

Grey, Jan; Schmitz, Denise; Gryl, Inga; Best, Alexander; Kuckuck, Miriam; Humbert, Ludger

Herausforderungen und Möglichkeiten informatischer Bildung in der Grundschule

Grey, Jan [Hrsg.]; Schmitz, Denise [Hrsg.]; Gryl, Inga [Hrsg.]; Best, Alexander [Hrsg.]; Kuckuck, Miriam [Hrsg.]; Humbert, Ludger [Hrsg.]: *Informatische Bildung in der Grundschule. Befunde, Diskussionen, Erfahrungen.* Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2025, S. 7-23



Quellenangabe/ Reference:

Grey, Jan; Schmitz, Denise; Gryl, Inga; Best, Alexander; Kuckuck, Miriam; Humbert, Ludger: Herausforderungen und Möglichkeiten informatischer Bildung in der Grundschule - In: Grey, Jan [Hrsg.]; Schmitz, Denise [Hrsg.]; Gryl, Inga [Hrsg.]; Best, Alexander [Hrsg.]; Kuckuck, Miriam [Hrsg.]; Humbert, Ludger [Hrsg.]: *Informatische Bildung in der Grundschule. Befunde, Diskussionen, Erfahrungen.* Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2025, S. 7-23 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-347887 - DOI: 10.25656/01:34788; 10.35468/6203-01

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-347887>

<https://doi.org/10.25656/01:34788>

in Kooperation mit / in cooperation with:



<http://www.klinkhardt.de>

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen, solange Sie den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen und das Werk bzw. diesen Inhalt nicht bearbeiten, anwenden oder in anderer Weise verändern.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-License: <http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/deed.en> You may copy, distribute and transmit, adapt or exhibit the work in the public as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor. You are not allowed to alter or transform this work or its contents at all.

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



*Jan Grey, Denise Schmitz, Inga Gryl, Alexander Best,
Miriam Kuckuck und Ludger Humbert*

Herausforderungen und Möglichkeiten informatischer Bildung in der Grundschule

1 Bildungsgehalt informatischer Bildung in der Grundschule

Schulische Bildung muss Kinder auf ein Leben in unserer Gesellschaft vorbereiten, sie befähigen, sich mündig in der Gesellschaft zu bewegen, mit ihr zu interagieren und sie mitzugestalten. Dafür muss Schule Lebenswirklichkeiten aufgreifen (GDSU 2013), so auch die der Kultur der Digitalität. Digitalisierung ist dabei die Transformation vom Analogem in das Digitale und das Entstehen hybrider Räume, und Digitalität meint den gesellschaftlichen Umgang mit diesen Entwicklungen. Neben anderen Fächern wie Mathematik, Werken oder Technik (Nenner & Bergner 2022) kommt in der Grundschule insbesondere dem Sachunterricht hierbei eine zentrale Rolle zu. Dieses Fach versucht, die gegenwärtige und zweifellos auch zukünftige Gesellschaft für Kinder in der Grundschule zu eröffnen und zu erklären. In dieser Verbindung ist auch die Entwicklung von Mündigkeit in der Digitalität (Stalder 2017) zentral, wobei informatische Bildung hierbei eine Säule ist, die auf ihre Bezugsdisziplin, die Informatik, verweist.

Informatik ist grundsätzlich als die Wissenschaft der automatischen Datenverarbeitung definiert (Bergner u. a. 2017). Das Ziel der Informatik ist es, algorithmische Strukturen zu modellieren, um Abläufe zu automatisieren und Daten zu transferieren (Claus & Schwill 2001). Informatische Bildung wiederum zielt auf das „eigenständige, verantwortungsvolle Handeln in einer digital geprägten Lebenswirklichkeit“ (Bergner u. a. 2017, 54). Sie verpflichtet sich also einer fachdidaktischen und bildungstheoretischen Zielstellung, indem sie Lernende u. a. befähigt, Probleme im Kontext von Informatiksystemen selbstständig zu lösen und diese auf nicht-informatische Kontexte zu übertragen. Dazu zählen, „ein strukturiertes Zerlegen von Problemen als auch ein konstruktives und kreatives Modellieren von Problemlösungen“ (GI 2019, V), welche mit der informatischen Problemlösefähigkeit oder *computational thinking* beschrieben werden (Wing 2006). Sie tragen dadurch dazu bei, dass Schüler:innen

Kompetenzen für die selbständige und aktive Gestaltung ihres Lebens in der Gegenwart und Zukunft entwickeln (GI 2019).

Die Bildungsqualität bzw. der Bildungswert der Informatik wird von Tantau mit Hilfe weiterer „Ideen in den Blick genommen, die gerade auch außerhalb der Informatik von hoher Relevanz sind, die aber originär aus der Informatik stammen“ (Tantau 2021, 27). Zur Frage, wie diese Ideen Eingang in die Bildung finden, bemerkt Tantau (2021, 35f): „Es gibt eine Reihe von ‚Basisideen‘ oder ‚fundamentalen Einsichten‘ oder ‚grundlegenden Beobachtungen‘, die eine [...] Sicht auf die Welt ermöglichen“. Diese Basisideen sind durchaus anschlussfähig an die fachlichen (Basis-)Konzepte weiterer Fächer, eben auch an den Sachunterricht. So werden zum Beispiel informative Verfahren zum Problemlösen genutzt, etwa erkennbar anhand des sachunterrichtlichen Prinzips Suchen und Ordnen (GDSU 2013). Beide Fächer versuchen aus ihrer fachlichen Perspektive und mit ihren jeweiligen Zugängen die Lebenswirklichkeit von Kindern aufzugreifen und zu erklären.

Informatische Prozesse treten in der Lebenswelt der Schüler:innen in unterschiedlicher Weise als Phänomene auf und müssen daher in schulischen Bildungsprozessen behandelt werden. Es kann zwischen drei Phänomenbereichen differenziert werden (Humbert & Puhlmann 2004):

- 1) Phänomene mit einem direkten Bezug zu Informatiksystemen (z. B. Computer)
- 2) Phänomene mit einem indirekten Bezug zu Informatiksystemen (z. B. Strom)
- 3) Phänomene ohne Bezug zu Informatiksystemen (z. B. die Kassenschlange als Repräsentation für algorithmische Strukturen)

Ein Zugang zur Annäherung an die unterschiedlichen Phänomenbereiche ist die systematische Zerlegung und Erklärung von Problemen aus dem Alltag durch informatische Modellierungsprozesse. Durch den informatischen Modellierungsprozess können Probleme aus dem Alltag zu einem informatischen Modell formalisiert werden, das auch mithilfe informatischer Werkzeuge verarbeitet werden kann. Aus dieser Verarbeitung entstehen Konsequenzen, die für die Alltagswelt interpretiert Ergebnisse liefern können. Die Ergebnisse werden unmittelbar die ursprüngliche Problemsituation verändern, wodurch ein Kreislauf der Modellierung entsteht (Humbert & Puhlmann 2004). Dieser Modellierungskreislauf unterscheidet sich zu anderen Modellierungsabläufen, etwa aus der Mathematik oder den Naturwissenschaften, dadurch, dass er unmittelbar konkrete Änderungen der Alltagswelt als Ergebnis hat. So kann das Ordnen von Büchern nach ihrer Größe als Modell eines Sortiersystems abstrahiert und formalisiert werden. Das Ergebnis der Sortierung wird abschließend überprüft, das Ergebnis ist, dass die Ordnung der Größe aller Bücher dem System entspricht. Modellierungskreisläufe aus der Mathematik und den Naturwissenschaften dienen der Beschreibung, sie sind deskriptiv. Werden

Elemente dieser Modellierung geändert, entsteht ein anderes Bild zu einem Sachverhalt (vgl. Atommodell der Chemie); der tatsächliche Gegenstand hingegen bleibt unverändert. Die informative Modellierung ist konstruktiv und ändert die zugrundeliegende Situation (vgl. Wegfall der Berufsgruppe des Setzers bzw. der Setzerin ist eine Folge der Informatisierung und damit der informatischen Modellierung).

Obwohl – wie bereits skizziert – Anschlussstellen von informatischer Bildung und Grundschul- und insbesondere Sachunterricht vorhanden sind, ergeben sich weiterhin Herausforderungen und offene Fragen für die Einbettung informatischer Bildung in Schulen, die im Folgenden dargestellt und diskutiert werden.

2 Additive und integrative Verankerung

Digitale Bildung und spezifisch informative Bildung wurden und werden auf europäischer (Dagiene u.a. 2021) sowie auf nationaler Ebene als Zielstellung für die Grundschule diskutiert. Hierbei sind zwei Implementierungsstrategien zu erkennen: Einerseits kann eine additive Strategie verfolgt werden, bei der informative Bildung als zusätzliches Fach in die Stundentafel aufgenommen wird, wie bspw. die Einbettung des Fachs *Computing* in England zeigt (GOV UK 2013). Andererseits kann informative Bildung in einer integrativen Strategie in ein bestehendes Fach eingebettet werden, wie dies als Option in den Lehrplänen des österreichischen Fachs Gesellschaft-Wirtschaftsunterricht (GWU) angelegt wurde (BMBWF 2024).

In Deutschland soll, wie durch die Kultusministerkonferenz (KMK) und deren Ständige Wissenschaftliche Kommission (SWK) (KMK 2021; SWK 2022) gefordert, die Einbettung in spezifische Schulfächer vorkommen: So wird in einigen Teilen Deutschlands informative Bildung in den Sachunterricht integriert (MSB 2021). Daneben findet sich bereits seit den frühen 2000er Jahren die aus Richtung der Informatikdidaktik ausgesprochene Forderung nach einem additiven Pflichtfach Informatik in allen Schulformen (GI 2000). Die Gesellschaft für Informatik (GI) legte bereits in den frühen 2000er Jahren Empfehlungen und Standards für die unterschiedlichen Schulformen – darunter auch für die Grundschulen (GI 2008; 2016; 2019) – vor. Während ein Pflichtfach in der weiterführenden Schule in Teilen Deutschlands etabliert wurde (GI u.a. 2023), ist dies für die Grundschule nicht der Fall (Humbert 2020).

Als wesentliche Argumente für eine additive Einbettung in der Grundschule wird ein verpflichtender, früher Kontakt der Schüler:innen mit dem Fach angeführt, wodurch einerseits eine frühe Interessenbildung möglich ist und andererseits Rollenstereotype aufgebrochen werden können (Ripke & Siegeris 2012). Zudem ist die Grundschule in einem segmentierten Schulsystem die

einige Schule, die tatsächlich den Anspruch einlöst, (nahezu) alle Schüler:innen im Laufe ihrer Bildungsbiographie zu erreichen, wodurch die Grundschule als geeignete Institution erscheint, um flächendeckend grundlegende informatische Bildung zu vermitteln. Zudem plädiert u.a. Tantau (2021) für eine additive Einbettung, die mit der Veränderung von Realität und deren Weltansicht begründet wird, welche die Informatik ermöglicht.

Kritik an dieser additiven Strategie wird u.a. von der Gesellschaft für Medienwissenschaft (GfM) formuliert, die eine bereits in der Grundschule erfolgende Reduktion der Digitalität auf die informatische Perspektive befürchtet. Zwar wird ein informatischer Fokus per se begrüßt, doch dürfte ein umfänglicher Gegenstand wie die Digitalität nicht auf diese Sicht reduziert werden, um auch die Vielfalt der Facetten (bspw. Teilhabe, Demokratisierung) in der (Grund-)Schule berücksichtigen zu können (GfM 2016). Daher wird vonseiten unterschiedlicher Fachverbände (GDSU 2021; GFD 2018; GfM 2016) die integrative Perspektive favorisiert.

Wesentliche Argumente, die für eine Einbettung in ein bestehendes Unterrichtsfach sprechen, liegen in dem Potenzial einer integrativen, interdisziplinären Herangehensweise, welche bspw. durch den Sachunterricht oder auch das österreichische Äquivalent GWU forciert wird. Mit fünf fachlichen Perspektiven (naturwissenschaftlich, gesellschaftswissenschaftlich, historisch, geographisch, technisch) (GDSU 2013), die im Perspektivrahmen Sachunterricht (GDSU 2013) ausgewiesen sind, und dem Leitbild der Vielperspektivität und Vernetzung der Perspektiven anhand von Alltagsphänomenen folgend, ist hier eine fachliche Anschlussfähigkeit für informatische Bildung gegeben. Der Sachunterricht bietet gerade aufgrund seiner Vielperspektivität das Potenzial, facettenreiche Gegenstände, wie die Digitalisierung und Digitalität, vernetzend zu betrachten (Albers 2017), was den Einbezug informatischer Bildung nahelegt.

Es liegen derzeit unterschiedliche Vorschläge vor, um die informatische Bildung in den Sachunterricht einzubetten. So kann die informatische Bildung dem Perspektivenvernetzenden Themenbereich (PVT) Medien (GDSU i.V.) zugeordnet werden, was dem Charakter informatischer Bildung als Ausgangspunkt vielperspektivischer Probleme in Anlehnung an die eingangs dargestellten Problemlösetätigkeiten mittels der Modellierung der Informatik entspricht. PVT sind exemplarische Darstellungen der Vielperspektivität und Vernetzung im Perspektivrahmen Sachunterricht, die dem Umstand folgen, dass die Perspektiven trotz ihrer Betonung im Perspektivrahmen nicht separat zu denken, sondern miteinander verschränkt sind, wie der Neuentwurf des Perspektivrahmens (GDSU i.V.) nahelegt.

Ebenfalls wäre eine deutliche Anbindung an die technische Perspektive sowie die übrigen Perspektiven möglich (Ropohl 2009). Es wäre auch denkbar, eine digitale Perspektive (Brämer u.a. 2020) zu konzipieren. Zwar ließe diese

sich aus dem Ziel der Anschlussfähigkeit an die Sekundarschule begründen, doch könnte abgesehen von der Informatik kaum eine Bezugswissenschaft genannt werden, die eine solche Perspektive bedient. Zudem ist bereits die Bezeichnung irreführend, denn gerade Digitalität ist kein Thema, das in einer Perspektive behandelt werden kann, sondern ist als Querschnittsaufgabe aller Perspektiven zu verstehen (Irion 2023). Die Verwendung von PVT zur Generierung und Bearbeitung unterrichtlicher, vielperspektivischer Problemstellungen erscheint als naheliegende Möglichkeit, informatische Bildung als querschnittliche Aufgabe für das Lernen in der Digitalität zu implementieren. Da es die Aufgabe des Sachunterrichts ist, „die den Perspektiven zugeordneten Inhalte und Methoden sinnvoll miteinander zu vernetzen, um übergreifende Zusammenhänge erfassbar und damit auch für Normen- und Wertfragen zugänglich zu machen“ (GDSU 2013, 9), kann informatische Bildung zur Vielperspektivität des Sachunterrichts beitragen, indem spezifisch informatische Themen, Gegenstände und Prozesse in ihrer Vielfalt aus unterschiedlichen Perspektiven unterrichtlich behandelt werden.

Ein pragmatisches, aber nicht zu vernachlässigendes Argument für die Einbettung in bestehende Fächer wie den Sachunterricht ist zudem, dass auf bestehende personelle und organisatorische Strukturen zurückgegriffen werden kann. Es sind also bereits Personal und Einrichtungen vorhanden, um die Einbettung informatischer Kompetenzen in die Lehrkräftebildung und schulischen Unterricht zu ermöglichen. Insbesondere die Aus- bzw. Weiterbildung der Lehrkräfte wird und wurde in unterschiedlichen Modellprojekten bereits erprobt. So wurde bspw. im Drittmittelprojekt *Informatik an Grundschulen* (IaG) (Bergner u.a. 2021) oder *Informatische Bildung als Perspektive für den Sachunterricht im Praxissemester* (Kuckuck u.a. 2021; Schreiber u.a. 2022) die Einbettung informatischer Kompetenzen in der ersten, hochschulischen Phase der Lehrkräftebildung mit Erfolg pilotiert.

Gleichzeitig liegt hierin eine wesentliche Problemstelle der integrativen Einbettung, denn das bestehende Personal ist i.d.R. fachfremd, wodurch fraglich ist, inwiefern ein solcher, neuer Gegenstand wie die Informatik überhaupt unterrichtlich zum Tragen kommt. Es besteht – insbesondere bei integrativen Fächern wie dem österreichischen GWU oder dem Sachunterricht – die Möglichkeit, dass Inhalte, je nach Präferenz und Interesse der Lehrperson, trotz curricularer Einbettung vernachlässigt werden (Rubach & Lazarides 2021). Zurzeit haben Lehrkräfte des Sachunterrichts bspw. kaum oder gar kein Wissen über Informatik (Best & Magraf 2015; Gläser 2020; Grey u.a. 2023). Sie sehen zwar die Relevanz informatischer Bildung (siehe Lachetta u.a. in diesem Band), doch wird die Informatik bisher kaum zum Gegenstand der Lehrkräfteausbildung (Ackeren u.a. 2020). Erschwerend kommt hinzu, dass sich viele in Anknüpfung an die eigene Lerner:innenbiografie als eher nicht kompetent

im Zusammenhang mit Informatik einschätzen (Best 2020; Grey u.a. 2023). Die Herausforderung für die Lehrkräftebildung im Sachunterricht ist es also, informatische Kompetenzen zusätzlich zu den bestehenden Kompetenzen in die Studiengänge einzubetten, was bisher nicht flächendeckend geschehen ist (siehe Grey & Gryl in diesem Band).

Eine weitere Herausforderung für die Informatikdidaktik und die Didaktik des einbettenden Fachs ist, dass die jeweiligen fachdidaktischen Konzepte und Diskurse verknüpft werden müssen, um eine entsprechende Lehrkräftebildung und adäquaten Fachunterricht zu ermöglichen. Dieser Zusammenschluss muss sich auch in den Curricula niederschlagen. Dabei unterliegen die Fächer, in welche ein zusätzlicher Bereich oder zusätzliche Themen eingebettet werden, der Herausforderung, einer Reduktion von Unterrichtszeit je Gegenstand. Doch sowohl in den curricularen Dokumenten des Sachunterrichts als Ausbildungs- (siehe Grey & Gryl in diesem Band) und Unterrichtsfach (Grey & Gryl 2022) zeigt sich die Verknüpfung mit informatischen Inhalten und Prozessen. Der Lehrplan des Landes Nordrhein-Westfalen (NRW) fokussiert bspw. derzeit eher den Umgang mit und die Nutzung von Medien. Ebenso wie reflexive Kompetenzen der Medienbildung werden Inhalts- und Prozessbereiche der Informatik kaum thematisiert (Grey & Gryl 2022; Schmitz in diesem Band). Diese Leerstellen haben ihre Gründe in spezifischen Herausforderungen, die im Folgenden im Detail dargestellt werden.

3 Aufgabenfelder integrativer informatischer Bildung

Es ist die Zielstellung des Sachunterrichts, die kindbezogene, unterrichtliche Ausgestaltung von vielperspektivischer Welterschließung zum Beispiel mittels Kinderfragen oder durch die Lehrkraft aufgeworfene Kinder-Sachen-Welten-Fragen (Peschel u.a. 2021) zu entwickeln. Informatische Phänomene sind in der sachunterrichtlichen Logik ein Gegenstand, der vor dem Hintergrund der unterschiedlichen sachunterrichtlichen Perspektiven ausgebreitet werden kann (GDSU 2013). Wie eine solche Entfaltung gestaltet werden kann, wird intensiv diskutiert. Damit ergeben sich vielfältige Aufgaben für den sachunterrichts- und informatikdidaktischen Diskurs sowie den Sachunterricht als Schul- und Studienfach. Im Folgenden sollen drei Aufgabenfelder für die Zukunft skizziert werden, die sich aus der integrativen Einbettung der informatischen Bildung in den Sachunterricht ergeben.

3.1 Informatische Bildung und Kompetenzentwicklung im Sachunterricht

Sachunterricht fokussiert für ein Lernen *in der* Digitalität (Peschel u.a. 2023) auf ein Lehren und Lernen *mit* und *über* digitale Medien (Gervé & Peschel 2013).

Demnach geht es um Mediennutzung für das Sachlernen und das Lernen über Medien als Gegenstand im Unterricht. Pettig und Grol (2023) erweitern diesen Zugang, indem sie Medien verstärkt als Bildungsgehalt und Quelle neuer Kulturtechniken beschreiben, wodurch das Lernen *durch* Medien in den Mittelpunkt rückt. Für das Lernen in der Digitalität finden sich vielfältige informative Anschlussmöglichkeiten für den Sachunterricht, wie zahlreiche Praxisbeispiele und Studien belegen (z. B. Schmeinck 2020). Die Informatik ist in diesem Verständnis eine gleichberechtigt gemeinte Facette digitaler (Grund-)Bildung (Irion 2023) bzw. *digital literacy* (Peschel 2022) und der Gesamtdiskurs vor allem medienpädagogisch geprägt. Daher muss im Zuge der Einbindung der Informatik der Diskurs der Fachdidaktiken neu- bzw. weiterentwickelt werden. Informatische Bezüge müssen als Teil einer vielperspektivischen Betrachtung für die Schüler:innen verdeutlicht werden, um einerseits der Vielperspektivität als unterrichtlichem Prinzip und andererseits die Relevanz mit Blick auf das anschließende Schulfach Informatik in der Sekundarstufe I zu ermöglichen.

Für eine Aufbereitung förderliche Ansätze sind das Dagstuhl- bzw. Frankfurt-Dreieck (GI 2016; Brinda u.a. 2019), die eine vielperspektivische – an dieser Stelle fächerübergreifend formulierte (siehe Peschel & Grol in diesem Band) – Perspektive auf die unterrichtliche Bearbeitung von Digitalität entwickeln. Vor allem wird mit der Verknüpfung der verschiedenen Bereiche die technisch-informative Perspektive, die Nutzung und Interaktion sowie die gesellschaftlich-kulturellen Dimensionen eines Mediengegenstandes adressiert, wodurch eine vielperspektivische Bearbeitung eines Gegenstandes angebahnt wird. Dem Sachunterricht mangelt es bisher aber noch an anschlussfähigen Konzepten und Methoden sowie einem konsistenten Fachmodell, um Vielperspektivität sowie Digitalisierung bzw. Digitalität unterrichtlich und anschlussfähig an die Informatik der Sekundarschule zu gestalten. Zwar wurde ein Versuch zur Verknüpfung des problemorientierten Informatikunterrichts und des handlungsorientierten Sachunterrichts von Napierala u.a. (2023) vorgelegt, doch fehlt eine zusammenführende Didaktik, um beide Sichtweisen zu verbinden oder vielperspektivisch zu unterrichten. Ebenso fehlt es an Modellen zur informatik- bzw. digitalisierungsbezogenen Unterrichtsplanung, die an bestehende Modelle der inklusionsdidaktischen bzw. didaktischen Netze (Kahlert 1998; Heimlich & Kahlert 2012) sowie dem Kreismodell (Peschel 2016; siehe auch GDSU i.V.) und der didaktischen Rekonstruktion (Diethelm u.a. 2011; Kattmann u.a. 1997) anknüpfbar sind. Ansätze verspricht hierzu die in Arbeit befindliche Neuauflage des Perspektivrahmens Sachunterricht. Zusätzlich braucht es eine sachunterrichtsspezifische Modellierung digitalisierungsbezogener und dabei spezifisch informatischer Kompetenzen. Zwar legen Irion u.a. (2023) mit dem RANG-Modell eine Modellierung digitalisierungsbezogener Kompetenzen vor, die aus einer medienbildenden Perspekti-

ve hergeleitet (Baacke 2007) und für eine Verknüpfung der Fächer durchaus zielführend sind, doch wäre eine Aktualisierung auf gegenwärtige Digitalität und eine stärkere Integration der informatischen Hintergründe jenseits der Anwendungsebene noch zu leisten. Insgesamt muss die Sachunterrichtsdidaktik Kompetenzbereiche definieren, welche durch informative Bildung gefördert werden können.

Für orientierende Überlegungen zur Integration informatischer Bildung in den Sachunterricht kann das Positionspapier der GI (2019) genutzt werden, welches aufgrund seiner Genese allerdings eher für ein Pflichtfach Informatik argumentiert und damit die Anknüpfung an den Sachunterricht nicht genuin in den Blick nimmt. Das Positionspapier der Arbeitsgruppe Digitalisierung und Medien der GDSU (2021) wiederum erfasst die Informatik als eine Be- trachtungsebene, wodurch schlussendlich noch gemeinsame Überlegungen fehlen, welche Kompetenzbereiche informatischer Bildung vielperspektivisch für den Sachunterricht nutzbar gemacht werden können.

3.2 Praktische Umsetzung informatischer Bildung im Sachunterricht

Für die Implementierung informatischer Bildung lassen sich im praktischen Feld bereits erste integrative Ansätze finden:

- Das bayerische Projekt *Algorithmen für Kinder* stellt erprobte Materialien zu Grundkonzepten der Programmierung für die Grundschule bereit (Geldreich 2021).
- Der *Programmierkurs* enthält zahlreiche Unterrichtsmaterialien und Lehrkräftehandreichungen (Geldreich u.a. 2017).
- Die Sammlung von bereits in der Grundschule durchführbaren Unterrichtsaktivitäten *AI Unplugged* behandelt das Thema künstliche Intelligenz ohne technische Hilfsmittel (Lindner u.a. 2019).
- Im Rahmen des bereits oben vorgestellten Projekts IaG in NRW wurden Module zu den Themen Kryptologie, Robotik und Daten gemeinsam mit Lehrkräften entwickelt und erprobt (siehe Bergner u.a. in diesem Band).
- Im Rahmen des Projekts *Informatik in der Grundschule* (IGS) wurden in NRW gemeinsam mit Lehrkräften Unterrichtsbausteine u.a. zur Kryptologie, Programmierung entwickelt und erprobt (Best 2020).
- Das in Niedersachsen durchgeführte Projekt *Informatische Bildung und Technik in der Grundschule* stellt im Sachunterricht erprobte Materialien zum Aufbau des Internets oder zur Kodierung bereit (Informatik und Technik in der Grundschule 2018).
- Das in Nordrhein-Westfalen durchgeführte Projekt *Informatische Bildung als Perspektive für den Sachunterricht im Praxissemester* erprobt die Einbettung

informatischer Bildung in die erste Phase der Lehrkräftebildung im Sachunterricht (Kuckuck u.a. 2021).

- Weitere integrative Ansätze finden sich bspw. bei Diethelm und Borowoski (in diesem Band).

Die bisherigen Ansätze sind hauptsächlich aus informatischem Blickwinkel gestaltet worden, legen aber einen Grundstein für eine Verknüpfung mit dem Sachunterricht, da die meisten Materialien anschlussfähig an die Themen und Gegenstände des Sachunterrichts sind. Die jeweilige Verknüpfung liegt allerdings lediglich in Ansätzen vor. So wurde im Zuge des bereits oben angesprochenen Projektes *Informatische Bildung als Perspektive für den Sachunterricht im Praxissemester* an den Universitäten Wuppertal, Duisburg-Essen und Münster Material entwickelt, das unmittelbar an Inhalte des Sachunterrichts anknüpft, wie Algorithmen, die bspw. an die sachunterrichtlichen Prinzipien des Suchens und Ordnens angebunden werden können und unmittelbar die Lebenswelt von Schüler:innen adressieren. Es bestätigt sich in den Ansätzen der praktischen Umsetzung, dass der fachdidaktische Diskurs noch nicht zusammenführend konzipiert ist. Es fehlt eine Konsolidierung und auch gemeinschaftliche Herangehensweise der unterschiedlichen Disziplinen der Informatikdidaktik und Sachunterrichtsdidaktik zur Diskursentwicklung im Sinne einer konzeptionellen Entwicklung, um einen Sachunterricht mit informatischer Bildung zu vereinen.

3.3 Kombination sachunterrichtsdidaktischer und informatikdidaktischer Diskurse

Sachunterricht und Informatik stehen beiderseits vor der Herausforderung, ihre jeweiligen fachdidaktischen Diskurse in einen kombinierten informatisch-sachunterrichtsdidaktischen Diskurs zu überführen. Aufgrund unterschiedlicher Faktoren wie der Schwerpunktsetzung der Bildungsziele im Sachunterricht durch den Perspektivrahmen (GDSU 2013) und unzureichender gemeinsamer Publikationsorgane finden sich nur vereinzelte Veröffentlichungen, die einen gemeinsamen Diskurs avancieren (z.B. Kuckuck u.a. 2021). Häufig wird der bisherige Diskurs eher kritisch aneinander vorbei geführt. Während der Sachunterricht sich schwerpunktmäßig auf die mediale Ebene konzentrierte, was sich im Lernen *mit* und *über* Medien (Gervé 2016) niederschlägt, findet sich nun zusätzlich die Tendenz zum Lernen in der Digitalität anhand z.B. des medienübergreifenden RANG-Modells (Irion u.a. 2023). Demgegenüber wird der Informatik eine Verknappung auf ihren fachlichen Schwerpunkt vorgeworfen, welche die Vielfalt der Digitalität und Vielperspektivität kaum reflektiert bzw. aufgreift. Die hier auftretenden Schwierigkeiten wurden durch interdisziplinäre Angebote wie das Dagstuhl- und Frankfurt-Dreieck versucht aufzulösen. Auf diese Weise wird versucht, die

Vielschichtigkeit der Digitalität mit einer informatischen Perspektive zu vernetzen, ohne jedoch vertieft auf eine Kultur der Digitalität in ihrer Komplexität geänderter Praktiken und Kulturen eingehen zu können.

Nicht umso weniger muss für den Digitalitätsdiskurs des Sachunterrichts die Frage gestellt werden, welche Kompetenzen der Sachunterricht hinsichtlich informatischer Bildung nun adressieren soll, welche Facetten sachunterrichtsdidaktischer Forschung neu gedacht werden müssen und wie empirische Evidenzen und Unterrichtsforschungen zu erreichen sind. Demgegenüber muss die Informatikdidaktik, die bereits vielfältige Materialien zur grundschulischen Erarbeitung ihrer Themen vorgelegt hat (s.o.), eine Verknüpfung zum Sachunterricht denken, um das Nebeneinander der beiden Fachdidaktiken aufzulösen und ein Miteinander der Ansätze zur Erweiterung eines vielperspektivischen Sachunterrichts unter Aufgreifen der Alltagskultur der Digitalität zu finden.

Die Verschränkung der Diskurse (Sachunterrichtsdidaktik und Informatikdidaktik) eröffnet nicht zuletzt ein zusätzliches Forschungsfeld, das interdisziplinär zu erschließen ist. Methodische, empirische und inhaltliche Verschränkungen der Disziplinen eröffnen innerhalb der jeweiligen Disziplin neue Zugänge und Sichtweisen, die genutzt werden können, um eine gemeinsame Forschungslandschaft und Tradition zu begründen.

Ein wesentlicher Schritt zur wissenschaftlichen Verknüpfung der Sachunterrichts- und Informatikdidaktik wurde im bereits eingeführten Projekt *Informatische Bildung als Perspektive für den Sachunterricht im Praxissemester* geleistet (Kuckuck u.a. 2021). Das Projekt beinhaltet auch den Versuch, zwei unterschiedliche Forschungstraditionen, fachdidaktische und fachwissenschaftliche Zugänge vor dem Hintergrund der integrativen Einbettung der informatischen Bildung zu vereinen. Zu diesem Zweck arbeiteten an drei Hochschulstandorten Mitarbeitende aus der Sachunterrichts- und Informatikdidaktik mit dem Ziel zusammen, informatische Bildung in die jeweiligen Sachunterrichtsstudiengänge wissenschaftlich fundiert einzubetten. Im Zuge dieses Vorhabens konnte gezeigt werden, dass eine an den Sachunterricht anschlussfähige informative (Lehrkräfte-)Bildung möglich ist. Für die konkrete unterrichtliche Erprobung wurde Material an den jeweiligen Standorten entwickelt, das von Studierenden während der Praxisphase ihres Studiums erprobt werden konnte. Im Zuge des Projektes wurden auch erste Überlegungen angestellt, wie informative Bildung in die unterrichtliche Sachunterrichtsdidaktik eingebracht werden kann, um den beschriebenen Bildungswert gemeinsam zu realisieren.

4 Einbettung der Beiträge des Bandes in den Diskurs

Mit diesem Band soll nun das Ziel verfolgt werden, informative Bildung im Sinne eines vielperspektivischen Sachunterrichts herzuleiten und damit inte-

grationsfähig in einen entsprechenden Sachunterricht zu machen, ohne fach-didaktische Sichtweisen der Informatik unberücksichtigt zu lassen.

Der Band leistet daher einen Beitrag zur Identifikation, was der vielperspektivische Gehalt informatischer Bildung ist, und wie diese in den Zusammenhang mit Vielperspektivität zu setzen ist. Dies wird realisiert, indem sowohl Autor:innen aus der Sachunterrichtsdidaktik als auch der Informatikdidaktik zu Wort kommen. Der Band zeigt auf, dass sich das gemeinsame Forschungsfeld zur Einbettung informatischer Bildung in die Grundschule und spezifisch in den Sachunterricht in der Konsolidierungsphase befindet, und dass durchaus sehr unterschiedliche Herangehensweisen zur Realisierung des Vorhabens existieren. Im Folgenden werden die Beiträge dieses Bandes zugeordnet zu den drei inhaltlichen Schwerpunkten dargestellt: Politische und (fach-)didaktische Diskussionen, Empirische Befunde zur Einbettung sowie Berichte aus der Schul- und Ausbildungspraxis.

Schwerpunkt 1: Politische und (fach-)didaktische Diskussionen

Humbert argumentiert zunächst anhand des Bildungswertes der Informatik für ein Hauptfach Informatik ab der ersten Klasse und über die gesamte Bildungsbiographie der Schüler:innen hinweg. Zur Beschreibung der dahinterstehenden bildungspolitischen Debatte bedarf es aber der genaueren Betrachtung zentraler Begrifflichkeiten. *Schmitz* diskutiert daher in ihrem Beitrag das Verhältnis von informatischer Bildung sowie Medienbildung und untersucht die Sichtweisen aktiver Lehrkräfte.

Anschließend an den Bildungsgehalt von informatischer Bildung diskutieren *Peschel* und *Gryl* in ihrem Beitrag die unterschiedlichen informatikdidaktischen Modellierungen für digitale Grundbildung bzw. digital literacy im Unterricht (Dagstuhl- und Frankfurt-Dreieck) und übertragen diese auf das Kreismodell des Sachunterrichts, um digital bildenden Sachunterricht sowie Notwendigkeiten für die Entwicklung von Curricula bzw. den Perspektivrahmen Sachunterricht abzuleiten und damit eine integrative Perspektive einzunehmen. Eine weitere integrative Modellierung von Kompetenzfeldern entwickeln *Holzapfel* und *Dittert*, die in ihrem Beitrag die Verbindung von Kreativität und informatischer Bildung im Sachunterricht vorschlagen. Es werden die Möglichkeiten vielperspektivischen Lernens mittels kreativer Lösungen informatischer Problemstellungen diskutiert.

Schwerpunkt 2: Empirische Befunde zur Einbettung

Mit Blick auf die Einbettung informatischer Bildung in den Sachunterricht werden im zweiten Teil des Bandes empirische Befunde zur Einbettung vor gestellt. Wie sich die informative Bildung in Curricula konkret niederschlägt,

untersuchen Grey und Gryl anhand von Dokumenten und Ordnungen für den Lehramtsstudiengang Sachunterricht. Hierbei werden die Einbettung entsprechender Kompetenzen untersucht, wie auch Gelingensbedingungen für die Einbettung diskutiert. Lachetta, Schmitz, Morawski, Humbert und Kuckuck untersuchen in ihrem Beitrag die Relevanzeinschätzung von Grundschullehrkräften zur informatischen Bildung. Geldreich wiederum analysiert in ihrem Beitrag anhand von Interviews mit Lehrkräften die Auswirkungen von Programmierung auf die Kompetenzentwicklung von Schüler:innen. Asen-Molz und Wenzel verknüpfen in ihrem Beitrag die informatische sowie politische Bildung und diskutieren anhand einer Interventionsstudie, inwiefern Lehrkräfte über entsprechende(s) Wissen und Kompetenzen verfügen, um beide Bereiche zu verbinden.

Schwerpunkt 3: Berichte aus der Schul- und Ausbildungspraxis

Hinsichtlich der Ausbildungs- und Schulpraxis legen Haider und Knoth einen Beitrag vor, in welchem sie die Einbettung der Informatik in die Grundschule über die letzten zehn Jahre kritisch diskutieren, die Einbettung von Robotik in die Lehrkräftebildung herleiten und abschließend die Konzeption von unterschiedlichen Forschungsarbeiten am Studienstandort Regensburg im Überblick darstellen. Knoth und Haider stellen in ihrem Beitrag ein Seminarkonzept vor, welches der Förderung von informatischen Kompetenzen Studierender durch selbstentwickelte Unterrichtskonzepte dient. Fricke und Killich berichten – basierend auf einem nordrhein-westfälischen Projekt an Grund- und Sekundarschulen – über die Gestaltung von Unterrichtsvorhaben und -materialien zum Erwerb informatischer Kompetenzen. Bents eröffnet einen spielerischen und interaktiven Zugang zur Einführung algorithmischer Strukturen in den Sachunterricht mithilfe von haptischer blockbasierter Programmierung. Greifenstein, Heuer und Fraser untersuchen anhand der Programmierung von Strickmustern die Perspektive der Lehrkräfte zur Einbettung informatischer Bildung in die Praxis. Diethelm und Borowski bieten eine Übersicht über das Material zum „Internetspiel“ und ziehen ein Resümee über die unterschiedlichen Stadien und Entwicklungen des Materials. Bergner, Humbert, Schmitz und Fricke stellen unterschiedliche Module für den Unterricht aus dem Projekt *Informatik an Grundschulen* (IAG) mit den Schwerpunkten Kryptologie und Robotik vor. Abschließend legen Ritter, Nenner und Bergner einen Versuch vor, informative Bildung fächerverbindend mit allen Fächern der Grundschule zu betrachten, um informative Bildung als querschnittlichen Gegenstand zu implementieren.

In der Übersicht der Beiträge kann – bei aller Heterogenität der Herangehensweisen und auch unterschiedlicher Diskurse – Informatik als Teil von Digitalität verstanden werden, und dabei kann Informatik als Werkzeug und

als Gegenstand von digitalisierungsbezogenem, vielperspektivischem (Sach-) Unterricht aufgefasst werden. Wesentlich ist, dass sich die Informatik aus ihrer Tradition heraus, die die Modellierung von Unbekanntem als Möglichkeit zur Weltgestaltung nutzt, als anschlussfähig an den Sachunterricht erweist. Dieser betrachtet die Weltgestaltung mithilfe von Kinder- oder Kinder-Sachen-Welten-Fragen vielperspektivisch. Informatische Bildung kann auch im Sinne als Ansatz zur Weltanschauung und -gestaltung verstanden werden und dabei Digitalisierung über zugrunde liegende Prinzipien und Funktionsweisen erschlossen und gestaltet werden.

Es lässt sich also zusammenfassen, dass Informatik bzw. informative Prinzipien sich in der gegenwärtigen Lebenswirklichkeit von Kindern manifestieren und damit Anknüpfungspunkte an unterschiedliche Unterrichtsfächer und Wissenschaftsdisziplinen gegeben sind, so auch an den ebenso wissenschafts- wie alltagsbezogenen Sachunterricht.

Literatur

- Ackeren, I. von, Endberg, M. & Locker-Grütjen, O. (2020): Chancenausgleich in der Corona-Krise: Die soziale Bildungsschere wieder schließen. In: Die Deutsche Schule, 112(2), 245–248.
- Albers, S. (2017): Bildung und Vielperspektivität im Sachunterricht – Ein „inniges“ Verhältnis. In: GDSU-Journal, 6, 11–20.
- Baacke, D. (2007): Medienpädagogik. Tübingen: Niemeyer.
- Bergner, N., Köster, H., Magenheim, J., Romeike, R., Schroeder, U. & Schulte, C. (2017): Zieldimensionen für frühe informative Bildung im Kindergarten und in der Grundschule. In I. Diethelm (Hrsg.): Informatische Bildung zum Verstehen und Gestalten der digitalen Welt: 17. GI-Fachtagung Informatik und Schule; 13 bis 15. September 2017 Oldenburg. Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), 53–62.
- Best, A. (2020): Informatik in der Grundschule (IGS). Informatik in der Grundschule. Dissertation. Online unter: <https://www.uni-muenster.de/IDMI/arbeitgruppen/ag-thomas/projekte/igs.shtml> (Abrufdatum: 11.06.2024).
- Best, A. & Maggraf, S. (2015): Das Bild der Informatik von Sachunterrichtlehrern – Erste Ergebnisse einer Umfrage an Grundschulen im Regierungsbezirk Münster. In: J. Gallenbacher (Hrsg.): Informatik 2015 Informatik allgemeinbildend begreifen; 16. GI-Fachtagung Informatik und Schule, Tagung vom 20. bis 23. September 2015. Bonn: GI, 53–62.
- Brämer, M., Straube, P., Köster, H. & Romeike, R. (2020): Eine digitale Perspektive für den Sachunterricht – Ein Vorschlag zur Diskussion. In: GDSU-Journal, 10, 9–20.
- Brinda, T., Brüggen, N., Diethelm, I., Knaus, T., Kommer, S., Kopf, C., Missomelius, P., Leschke, R., Tilemann, F. & Weich, A. (2019): Frankfurt-Dreieck zur Bildung in der digital vernetzten Welt. In: A. Pasternak (Hrsg.): Informatik für alle. Bonn: GI, 25–33.
- Bundesministerium für Bildung Wissenschaft und Forschung – Österreich (BMBWF) (2024): Änderung der Verordnung über die Lehrpläne der Volksschule und der Sonder Schulen. Online unter: https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2024_I_204/BGBLA_2024_I_204.pdfsig (Abrufdatum: 11.06.2024).
- Claus, V. & Schwill, A. (2001): Duden Informatik: Ein Fachlexikon für Studium und Praxis. Mannheim: Duden Verlag.
- Dagiene, V., Hromkovic, J. & Lacher, R. (2021): Designing informatics curriculum for K-12 education: From Concepts to Implementations. In: Informatics in Education, 20(3), 333–360.

- Diethelm, I., Dörge, C., Mesaros, A.-M. & Dünnbier, M. (2011): Die Didaktische Rekonstruktion für den Informatikunterricht. In: M. Thomas (Hrsg.): Informatik in Bildung und Beruf: 14. GI-Fachtagung „Informatik und Schule – INFOS 2011“, 12. bis 15. September 2011 an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster. Bonn: GI, 77–86.
- GDSU (Gesellschaft für Didaktik Sachunterricht) (Hrsg.) (2013): Perspektivrahmen Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- GDSU (2021): Sachunterricht und Digitalisierung [Positionspapier erarbeitet von der AG Medien & Digitalisierung der Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU)]. Online unter: https://gdsu.de/sites/default/files/PDF/GDSU_2021_Positionspapier_Sachunterricht_und_Digitalisierung_deutsch_de.pdf (Abrufdatum: 11.06.2024).
- GDSU (i.V.): Perspektivrahmen Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Geldreich, K. (2023): Programmieren in der Grundschule – Eine Design Based-Research-Studie. Dissertation. Online unter: <https://mediatum.ub.tum.de/doc/1703768/1703768.pdf> (Abrufdatum: 11.06.2024).
- Geldreich, K., Funke, A. & Hubwieser, P. (2017): Willkommen im Programmierzirkus – Ein Programmierkurs für Grundschulen. In: I. Diethelm (Hrsg.): Informatische Bildung zum Verstehen und Gestalten der digitalen Welt: 17. GI-Fachtagung Informatik und Schule; 13. bis 15. September 2017 Oldenburg. Bonn: GI, 327–334.
- Gervé, F. (2016): Digitale Medien als „Sache“ des Sachunterrichts. In: M. Peschel, T. Irion & H. Mitzlaff (Hrsg.): Neue Medien in der Grundschule 2.0: Grundlagen – Konzepte – Perspektiven. Frankfurt am Main: Grundschulverband e.V., 121–134.
- Gervé, F. & Peschel, M. (2013): Medien im Sachunterricht. In: E. Gläser (Hrsg.): Sachunterricht in der Grundschule: Entwickeln – Gestalten – Reflektieren. Frankfurt am Main: Grundschulverband, 58–68.
- GFD (Gesellschaft für Fachdidaktik) (2018): Fachliche Bildung in der digitalen Welt. Positionspapier der Gesellschaft für Fachdidaktik. Online unter: <https://www.fachdidaktik.org/wp-content/uploads/2018/07/GFD-Positionspapier-Fachliche-Bildung-in-der-digitalen-Welt-2018-FINAL-HP-Version.pdf> (Abrufdatum: 11.06.2024).
- GfM (Gesellschaft für Medienwissenschaften) (2016): Stellungnahme der Arbeitsgemeinschaft „Medienkultur und Bildung“ der Gesellschaft für Medienwissenschaft (GfM) zum Entwurf der Strategie der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“. Online unter: https://gfmedienwissenschaft.de/sites/default/files/pdf/2018-02/3961dd_70454349ca384b_b5adcf80d784d3b5ed.pdf (Abrufdatum: 11.06.2024).
- GI (Gesellschaft für Informatik e.V.) (2008): Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule: Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I. In: Beilage zu LOG IN, 28(150/151), 1–73.
- GI (2016): Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe II. In: Beilage zu LOG IN, 36(183/184), 1–88.
- GI (2019): Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik e.V. Beilage zu LOG IN, 39(191/192). Online unter: <http://dl.gi.de/handle/20.500.12116/20121> (Abrufdatum: 11.06.2024).
- GI & Stifterverband und Heinz Nixdorf Stiftung (2023): Informatik-Monitor 2023/24. Zur Situation des Informatikunterrichts in Deutschland. Online unter: https://informatik-monitor.de/fileadmin/GI/Projekte/Informatik-Monitor/Informatik-Monitor_2023-24/PDF-Versionen/Informatik-Monitor_2023-24_Final.pdf (Abrufdatum: 17.05.2024).
- Gläser, E. (2020): Professionswissen von Sachunterrichtsstudierenden zu Digitaler und Informatischer Bildung. In: N. Skorsetz, M. Bonanati & D. Kuchwarz (Hrsg.): Diversität und soziale Ungleichheit: Herausforderungen an die Integrationsleistung der Grundschule. Wiesbaden: Springer, 315–319.
- GOV UK (Department for Education) (2013): Computing programmes of study: Key stages 1 and 2. National curriculum in England. Online unter: https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a7c576be5274a1b00423213/PRIMARY_national_curriculum_-_Computing.pdf (Abrufdatum: 11.06.2024).

- Grey, J. & Gryl, I. (2022): Verschiebung von Verantwortung und hoffen auf Emergenz?! – Eine qualitative Inhaltsanalyse curricularer Unterlagen zur digitalen Bildung als Faktoren unterrichtlicher Entwicklung im schulischen Bildungssystem. In: GW-Unterricht, 3, 17–29.
- Grey, J., Borukhovich-Weis, S., Degenhardt, S., Gryl, I. & Rumann, S. (2023): Digitalisierungsbezogene Kompetenzen von Sachunterrichtsstudierenden – Ergebnisse der Online-Umfrage „Digitalisierung im und für den Sachunterricht“ (DifS). In: GDSU-Journal, 14, 88–102.
- Humbert, L. (2020): #PflichtfachInformatik ab der 1. Klasse der Grundschule – Informatik gehört auf jedes Zeugnis. Online unter: <https://www.wissensschule.de/pflichtfachinformatik-ab-der-1-klasse-der-grundschule-informatik-gehoert-auf-jedes-zeugnis/> (Abrufdatum: 11.06.2024).
- Humbert, L. & Puhlmann, H. (2004): Essential Ingredients of Literacy in Informatics. In: J. Mangenheim & S. Schubert (Hrsg.): *Informatics and student assessment: Concepts of empirical research and standardisations of measurement in the area of didactics of informatics*: GI-Dagstuhl-Seminar; 19. bis 24. September. Schloss Dagstuhl. Bonn: GI, 65–76.
- Irion, T. (2023): Grundlegende Bildung in der Digitalität: Herausforderungen und Perspektiven für den Sachunterricht im 21. Jahrhundert. In: D. Schmeinck, K. Michalik & T. Goll (Hrsg.): *Herausforderungen und Zukunftsperspektiven für den Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, 17–31.
- Irion, T., Peschel, M. & Schmeinck, D. (2023): Grundlegende Bildung in der Digitalität. Was müssen Kinder heute angesichts des digitalen Wandels lernen. In: T. Irion, M. Peschel & D. Schmeinck (Hrsg.): *Grundschule und Digitalität. Grundlagen, Herausforderungen, Praxisbeispiele*. Frankfurt am Main: Grundschulverband e.V., 18–42.
- Kattmann, U., Duit, R., Gropengießer, H. & Komorek, M. (1997): Das Modell der Didaktikschsen Rekonstruktion – Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. In: Zeitschrift für Didaktik in der Naturwissenschaften, 3(3), 3–18.
- KMK (Kultusministerkonferenz) (2021): Lehren und Lernen in der digitalen Welt: Die ergänzende Empfehlung zur Strategie „Bildung in der digitalen Welt“. KMK. Online unter: https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2021/2021_12_09-Lehren-und-Lernen-Digi.pdf (Abrufdatum: 11.06.2024).
- Kuckuck, M., Best, A., Gryl, I., Grey, J., Brinda, T., Windt, A., Schreiber, N., Batur, F. & Schmitz, D. (2021): Informatische Bildung in Praxisphasen des Sachunterrichts in NRW. In: L. Humbert (Hrsg.): *Informatik – Bildung von Lehrkräften in allen Phasen: 19. GI-Fachtagung Informatik und Schule; 8. bis 10. September 2021 Wuppertal*. Bonn: GI, 241–250.
- Lindner, A., Seegerer, S. & Romeike, R. (2019): Unplugged Activities in the Context of AI. In: S. N. Pozdnjakov & V. Dagienė (Hrsg.): *Informatics in Schools. New Ideas in School Informatics*. Springer International Publishing, 123–135.
- MSB (Ministerium für Schule und Bildung NRW) (2021): Lehrplan für die Primarstufe in Nordrhein-Westfalen. Sachunterricht. Erftstadt: Ritterbach Verlag. Online unter: https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_gs/LP_GS_2008.pdf (Abrufdatum: 11.06.2024).
- Napierala, S., Grey, J., Brinda, T. & Gryl, I. (2023): What Type of Leaf is It? – AI in Primary Social and Science Education. In: T. Keane, C. Lewin, T. Brinda & R. Bottino (Hrsg.): *Towards a Collaborative Society Through Creative Learning*. Berlin: Springer Nature Switzerland, 233–243.
- Nenner, C. & Bergner, N. (2022): *Informatics Education in German Primary School Curricula*. In: A. Böllin & G. Fütschek (Hrsg.): *Informatics in Schools. A Step Beyond Digital Education*. Basel: Springer International Publishing, 3–14.
- NLQ (2018): Informatik und Technik in der Grundschule. Online unter: <https://infgsnds.de/doku.php?id=start> (Abrufdatum: 11.06.2024).
- Peschel, M. (2016): Medienlernen im Sachunterricht – Lernen mit Medien und Lernen über Medien. In: M. Peschel, T. Irion & H. Mitzlaff (Hrsg.): *Neue Medien in der Grundschule 2.0: Grundlagen – Konzepte – Perspektiven*. Frankfurt am Main: Grundschulverband e.V., 33–49.
- Peschel, M. (2020): Mediales Lernen – Eine Modellierung als Einleitung. In: M. Peschel (Hrsg.): *Mediales Lernen: Beispiele für eine inklusive Mediendidaktik*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren, 7–16.

- Peschel, M. (2022): Digital literacy – Medienbildung im Sachunterricht. In: J. Kahlert, M. Fölling-Albers, M. Götz, A. Hartinger, S. Miller & S. Wittkowske (Hrsg.): Handbuch Didaktik des Sachunterrichts. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, 188–197.
- Peschel, M., Schmeinck, D. & Irion, T. (2023): Lernkulturen und Digitalität. Konzeptionalisierungen aus grundschul- und sachunterrichtsdidaktischer Sicht. In: T. Irion, M. Peschel & D. Schmeinck (Hrsg.): Grundschule und Digitalität. Grundlagen, Herausforderungen, Praxisbeispiele. Frankfurt am Main: Grundschulverband e.V., 43–52.
- Peschel, M., Fischer, M., Kihm, P. & Liebig, M. (2021): Fragen der Kinder – Fragen der Schule – Fragen an die Sache. Die Kinder-Sachen-Welten-Frage (KSW-Frage) als Element einer neuen Lernkultur im Sinne der didaktischen Inszenierung eines vielperspektivischen Sachunterrichts. In: M. Peschel (Hrsg.): Kinder lernen Zukunft: Didaktik der Lernkulturen. Frankfurt am Main: Grundschulverband e.V., 216–230.
- Pettig, F. & Gryl, I. (2023): Perspektiven auf Geographieunterricht in einer Kultur der Digitalität. In: F. Pettig & I. Gryl (Hrsg.): Geographische Bildung in digitalen Kulturen. Perspektiven für Forschung und Lehre. Wiesbaden: Springer, 1–19.
- Ropohl, G. (2009): Allgemeine Technologie: Eine Systemtheorie der Technik. Karlsruhe: Universitätsverlag.
- Rubach, C. & Lazarides, R. (2021): Heterogene digitale Kompetenzselbstschätzungen bei Lehramtsstudierenden. In: Geschäftsstelle beim Stifterverband (Hrsg.): Digitalisierung in Studium und Lehre gemeinsam gestalten. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 453–473.
- Schmeinck, D. (2020): Akzeptanzstudie „Hands on Coding“ – ausgewählte Tools, Softwareapplikationen und Programmiersprachen aus der Sicht von GrundschullehrerInnen. In: K. Kaspar, M. Becker-Mrotzek, S. Hofhues, J. König & D. Schmeinck (Hrsg.): Bildung, Schule, Digitalisierung. Münster: Waxmann Verlag, 115–121.
- Schreiber, N., Best, A., Windt, A. & Thomas, M. (2022): Forschendes Lernen zur informatischen Bildung im Sachunterricht. In: Herausforderung Lehrer*innenbildung – Zeitschrift zur Konzeption, Gestaltung und Diskussion, 5(1), 317–336.
- Stalder, F. (2017): Kultur der Digitalität. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- SWK (Ständige Wissenschaftliche Kommission der Kultusministerkonferenz) (2023): Empfehlungen zum Umgang mit dem akuten Lehrkräftemangel. Online unter: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/KMK/SWK/2023/SWK-2023-Stellungnahme_Lehrkraeftemangel.pdf (Abrufdatum: 11.06.2024).
- Tantau, T. (2021): Informatik fürs Leben lernen. In: L. Humbert (Hrsg.): Informatik – Bildung von Lehrkräften in allen Phasen: 19. GI-Fachtagung Informatik und Schule; 8. bis 10. September 2021 Wuppertal. Bonn: GI, 25–38.
- Wing, J. M. (2006): Computational thinking. In: Communications of the ACM, 49(3), 33–35.

Autor:innen

Grey, Jan, Dr.

Universität Duisburg-Essen

Institut für Sachunterricht

Schützenbahn 70, 45127 Essen

jan-grey@uni-due.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte:

digitale Bildung, Diffusionsforschung,

Lehrkräftebildung, Vielperspektivität in der Digitalität

Schmitz, Denise
Bergische Universität Wuppertal
Didaktik der Informatik
Gaußstraße 20, 42119 Wuppertal
dschmitz@uni-wuppertal.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte:
informatische Bildung in der Lehrkräftebildung,
Wirkungen und Bedingungen von Fortbildungen,
Verständnis von Informatik

Gryl, Inga, Prof. Dr.
Universität Duisburg-Essen
Institut für Sachunterricht
Schützenbahn 70, 45127 Essen
inga.gryl@uni-due.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte:
sachunterrichtliche Bildung in der Digitalität,
Bildung für nachhaltige Entwicklung und
Lehrendenprofessionalisierung

Best, Alexander, Jun.-Prof. Dr.
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Institut für Informatik
Von-Seckendorff-Platz 1, 06120 Halle (Saale)
alexander.best@informatik.uni-halle.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte:
informatische Bildung in der Lehrkräftebildung und Grundschule

Kuckuck, Miriam, Prof. Dr.
Bergische Universität Wuppertal
Institut für Geographie und Sachunterricht
Gaußstraße 20, 42119 Wuppertal
kuckuck@uni-wuppertal.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte:
Informatische Bildung im Sachunterricht,
Bildung für nachhaltige Entwicklung,
Digitalisierung in der Lehre

Humbert, Ludger, StD (i.R.) Prof. (em.) Dr. rer.nat. Dipl.-Inf.
ludger.humbert@udo.edu

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte:
Entwicklung informatischer Bildung,
Etablierung und Erweiterung eines Pflichtfachs Informatik