

Haider, Michael; Peschel, Markus; Irion, Thomas; Gryl, Inga; Schmeinck, Daniela; Brämer, Martin

Die Veränderung der Lebenswelt der Kinder und ihre Folgen für Sachunterricht, Lehrkräftebildung und sachunterrichtsdidaktische Forschung

Sachunterricht in der Informationsgesellschaft. Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2022, S. 55-72. - (Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts; 32)



Quellenangabe/ Reference:

Haider, Michael; Peschel, Markus; Irion, Thomas; Gryl, Inga; Schmeinck, Daniela; Brämer, Martin: Die Veränderung der Lebenswelt der Kinder und ihre Folgen für Sachunterricht, Lehrkräftebildung und sachunterrichtsdidaktische Forschung - In: Sachunterricht in der Informationsgesellschaft. Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2022, S. 55-72 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-242010 - DOI: 10.25656/01:24201

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-242010>

<https://doi.org/10.25656/01:24201>

in Kooperation mit / in cooperation with:



<http://www.klinkhardt.de>

Nutzungsbedingungen

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

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

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

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



Kontakt / Contact:

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

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft



**Probleme und Perspektiven
des Sachunterrichts**

**Andrea Becher / Eva Blumberg /
Thomas Goll / Kerstin Michalik /
Claudia Tenberge
(Hrsg.)**

**Sachunterricht in der
Informationsgesellschaft**

**Probleme und Perspektiven
des Sachunterrichts
Band 32**

Andrea Becher
Eva Blumberg
Thomas Goll
Kerstin Michalik
Claudia Tenberge
(Hrsg.)

Sachunterricht in der Informationsgesellschaft

Verlag Julius Klinkhardt
Bad Heilbrunn • 2022

k

Schriftenreihe der
Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts e.V.

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

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

2022.d. © by Julius Klinkhardt.

Druck und Bindung: Friedrich Pustet, Regensburg.
Printed in Germany 2022.
Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem alterungsbeständigem Papier.



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

ISBN 978-3-7815-5935-6 digital

doi.org/10.35468/5935

ISBN 978-3-7815-2496-5 print

Inhaltsverzeichnis

*Andrea Becher, Eva Blumberg, Thomas Goll,
Kerstin Michalik und Claudia Tenberge*
Editorial9

**Sachunterricht in der Informationsgesellschaft:
Sachunterrichtsdidaktische Rekonstruktion –
Medienbildung – informatische Bildung**

Friedrich Gervé
Sachunterricht in der Informationsgesellschaft17

Henrike Friedrichs-Liesenkötter
Die Ungleichheit und inklusive Medienbildung anhand
einer Betrachtung des Konnexes von Medien – Bildung – Flucht30

Carsten Schulte
Digitale Technologien und informatische Bildung im Sachunterricht
der Grundschule.....42

**Sachunterricht in der Informationsgesellschaft:
Orte – Medien – Technologien**

*Michael Haider, Markus Peschel, Thomas Irion, Inga Gryl,
Daniela Schmeinck und Martin Brämer*
Die Veränderung der Lebenswelt der Kinder und ihre Folgen
für Sachunterricht, Lehrkräftebildung und
sachunterrichtsdidaktische Forschung55

Swaantje Brill und Alexandra Flügel
Digital unterwegs – außerschulische Lernorte
im Kontext digitaler Praktiken73

Svantje Schumann und Corinne Ruesch Schweizer

App-basierte Erfahrung und Reflexion als Unterstützung
der Professionalisierung von Lehrpersonen im Bereich BNE 81

Pascal Kihm und Markus Peschel

Gute Aufgaben 2.0 – Aufgaben und Aufgabenkulturen
im Rahmen der Digitalisierung 89

**Sachunterricht in der Informationsgesellschaft:
Projekte im Kontext universitärer Lehrerbildung**

Julia Peuke, Detlef Pech und Jara Urban

Zeitzeug*innengespräche und historisches Lernen
im Sachunterricht – ein Projektseminar 99

Andreas Schmitt

Einfluss von Vorerfahrungen auf die
Fähigkeitsselbstkonzepte von Sachunterrichtsstudierenden
zu Kompetenzen in der digitalen Welt 106

Friederike Kern, Volker Schwier und Björn Stövesand

Zum Ungleichgewicht digital vermittelten Sachunterrichts
und sprachlich-kommunikativer Anforderungen 114

Martin Brämer, Daniel Rehfeldt und Hilde Köster

Computational Thinking bei Sachunterrichtsstudierenden
im Lehr-Lern-Labor – Eine Rasch-Analyse 122

**Sachunterricht in der Informationsgesellschaft:
Perspektivenbezogene Zugangsweisen**

Thomas Goll

Political Literacy von Kindern –
Befunde, Implikationen, Herausforderungen 131

Melanie Haltenberger, Florian Böschl und Katharina Asen-Molz

Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion als Kriterienraster
für studentische Erklärvideos nutzen – Ergebnisse aus einem
standortübergreifenden Seminar zur geographischen Perspektive 139

*Josua Dubach, Natalie Schelleis, Katrin Bölsterli, Trix Cacchione,
Corinna S. Martarelli, Matthias Probst und Sebastian Tempelmann*

Unzugängliche Welten für das erfahrungsbasierte Lernen erschließen:
Immersive Virtuelle Realität im naturwissenschaftlichen Sachunterricht.....147

Autorinnen und Autoren157

*Michael Haider, Markus Peschel,
Thomas Irion, Inga Gryl, Daniela Schmeinck
und Martin Brämer*

Die Veränderung der Lebenswelt der Kinder und ihre Folgen für Sachunterricht, Lehrkräftebildung und sachunterrichtsdidaktische Forschung

The transformation that digital media produces in children's lives is profound. For quite some time now you could actually speak of a culture of digitalization. The following article identifies Science and Social Sciences in Primary School (Sachunterricht) as the subject best suited to introducing young students to the digital learning environment. It can be seen as the most central subject for learning with and about new media. Analyzing the changes in more detail it becomes clear that a basic digital education is needed and no other subject is more appropriate to meet that demand than Science and Social Sciences in Primary School. Therefore, the study of the culture of digitalization should be the basis now of elementary school teacher training.

1 Leben in der Informationsgesellschaft und Sachunterricht

Der Sachunterricht als Unterrichtsfach der Grundschule und die Didaktik des Sachunterrichts als wissenschaftliche Disziplin müssen sich in besonderer Weise den Herausforderungen sich ständig verändernder Lebens- und Denkwelten stellen. Die Phänomene einer Informationsgesellschaft (siehe Editorial in diesem Band) mit ihren Transformationen sowie die sachunterrichtsdidaktischen Rekonstruktionen, Konsequenzen, Herausforderungen und Fragen zwischen lebensweltlichem und wissenschaftlichem Kontext sind wesentliche Bestandteile einer Auseinandersetzung in Fach und wissenschaftlicher Disziplin (siehe Gervé in diesem Band). Das Fach Sachunterricht orientiert sich dabei am Kind und dessen bildendem Erschließen der Welt. Ein zentraler Bestandteil ist hierbei die perspektivenvernetzende Arbeit, sowohl inhaltlich als auch im Rahmen der Denk- Arbeits- und Handlungsweisen, wie sie im Perspektivrahmen Sachunterricht formuliert worden sind (GDSU 2013). Sachunterricht zielt dabei immer auf eine handlungsorientierte Entwicklung von Kompetenzen ab.

Für den Bereich der digitalen Bildung bedeutet dies, dass Lernen mit und Lernen über Medien im Fokus der perspektivenvernetzenden Arbeit steht. Die Digitalisierung selbst ist hierzu als Gegenstand der Bildung in ihrer Vielschichtigkeit differenziert didaktisch zu rekonstruieren und besonders in Hinblick auf Zukunftsaspekte (vgl. Klafki 1992) zu explizieren. Die aus der Weiterentwicklung der Gesellschaft aufgrund von Aspekten der Digitalisierung resultierende Kultur der Digitalität (Stalder 2016; Irion 2020; Hauck-Thum & Noller 2021) ist dabei gleichzeitig Zielsetzung und Rahmung der Inhalte. Dass die Beschäftigung mit diesen Einflüssen auf die Lebens- und Lernwelt essentieller Bestandteil des schulischen Lernens sein muss, ist Bestandteil verschiedener konzeptioneller Überlegungen (KIM 2020; KMK 2016; GI 2019; GDSU 2021; im Überblick bei Irion & Eickelmann 2018). Dabei wird zunehmend gefordert, dass Grundlegende Bildung durch Bildungsziele und -inhalte in einer Kultur der Digitalität zu ergänzen sind (Gervé 2019), für die der Sachunterricht nicht die alleinige Verantwortung im Rahmen von Bildungsprozessen in der Grundschule trägt. Neben der Absicherung eines gemeinsamen Grundstocks für das Leben in der digital geprägten und gestaltbaren Welt im Rahmen einer Digitalen Grundbildung (Irion 2020 im Anschluss an Einsiedler 2014) steht der Sachunterricht auch vor der Herausforderung, mediendidaktische Erkenntnisse aus der Forschung für die Weiterentwicklung zu nutzen. Wenngleich Metastudien zweiter Ordnung nur geringe generelle Effekte des Einsatzes digitaler Technologien im Unterricht belegen und kein generalisierbarer Mehrwert nachgewiesen werden kann, zeigen sich in internationalen Studien Lernpotenziale bei der Berücksichtigung spezifischer didaktischer Potenziale für das Lernen im Grundschulalter (Irion & Scheiter 2018) – insbesondere bei einer gelungenen Orchestrierung des Unterrichts (Prieto et al. 2011). Das Positionspapier Sachunterricht & Digitalisierung (GDSU 2020) stellt unter diesen Prämissen Grundsätze und Leitlinien vor und fasst die sachunterrichtliche Ausrichtung u.a. als doppelte Einbindung zusammen. Weitere Fokusse bilden die „Kompetenz- und Kindorientierung“, „Sachunterricht, Medienbildung und informatische Grundbildung“, „Handlung und Reflexion“, „Sprache und Begriffe“ und „Ausstattung und Innovation“.

Im Folgenden sollen Konsequenzen aus dem Positionspapier im Hinblick auf die zunehmende Digitalisierung vieler Lebens- und Bildungsbereiche für die Didaktik und Praxis des Sachunterrichts diskutiert werden.

2 Sachunterricht als zentrales Fach für das Lernen mit und über Medien

Das Lernen mit und über digitale Medien sollte bereits bei Kindern in der Grundschule ansetzen, um ihnen frühzeitig eine kritische und konstruktive Auseinan-

dersetzung mit digitalen Medien und deren Artefakte aus bildungsorientierter Perspektive zu ermöglichen (GDSU 2021; Peschel 2016; Gervé & Peschel 2013; Kunkel & Peschel 2020; Peschel 2020). Die Wirkung dieses (parallelen) Lernens über Medien ist u.a. in den Vorgaben der KMK (2012; 2016) z.B. im Kompetenzbereich „Analysieren und Reflektieren“ adressiert und im Perspektivrahmen der GDSU (2013) als perspektivenvernetzender Themenbereich „Medien“ konkret für den Sachunterricht beschrieben. Das Lernen mit und über digitale Medien verändert nicht nur das Lernen der Kinder, sondern wirkt sich auch auf die Arbeit der Lehrer*innen sowie Schule und Unterricht insgesamt aus (u.a. GEW 2016). In Bezug auf Teilkompetenzen in spezifischen Perspektiven des Sachunterrichts, z.B. geografische Perspektive (Bach 2018), wurden die Anforderungen an einen modernen, Aspekte der Digitalität berücksichtigenden Sachunterricht als doppelte Anforderung erforscht, wobei die Notwendigkeit der Etablierung neuer Kompetenzen angemahnt wurde, die gleichzeitiges Lernen mit (hier: Geo-)Medien und Lernen über (hier: Geo-) Medien adressiert und daraus eine Neukonzeption des geomedialen Lernens bündelt: Digitale Kartografische Medienkompetenz (DKM; a.a.O.). Für weitere Teilkompetenzen und Teilkonzepte bieten sich Äquivalenzen an, die die unmittelbare Verknüpfung von Lerngegenstand und Lernziel im Sinne der Kultur der Digitalität fokussieren und Ableitungen für einen modernen Sachunterricht fordern (Peschel, Schmall & Bach 2022 i.V.). Aspekte der Vernetzung und Digitalisierung gleichsam zu behandeln, zeichnet ein umfassendes bildendes Verständnis des sachunterrichtlichen Lernens in der digitalen Welt (KMK 2016) im Sinne einer Kultur der Digitalität (Stalder 2016) aus und erlaubt die doppelte Einbindung (GDSU 2021) im Sinne der Welterschließung.

3 Veränderungen in der Lebenswelt der Kinder erfordern eine Digitale Grundbildung

Durch die invasive und allumfassende Durchdringung der Alltagswelt durch mobile Technologien hat sich auch die Lebenswelt von Kindern stark verändert. So hat sich die Medien- und Internetnutzung bei Kindern im Grundschulalter auf hohem Niveau eingependelt (Kammerl, Dertinger, Stephan & Thumel 2020). Im Kern der sachunterrichtsdidaktischen Bildungsprozesse steht nicht nur die aktuelle Lebenswelt der Kinder, sondern auch die Schaffung von Voraussetzungen für künftige Lernprozesse. Vor diesem Hintergrund muss Sachunterrichtsdidaktik diese Veränderungsprozesse im Zuge der digitalen Transformation aufgreifen und den digitalen Wandel einerseits als Unterrichtsgegenstand bearbeiten, sowie auch die neu entstehenden kulturellen Praxen nutzen (Stalder 2016; Irion 2020; Hauck-Thum & Noller 2021). Andererseits muss Sachunterrichtsdidaktik die

Entwicklung entsprechender Kompetenzen unterstützen, um im Einklang mit anderen Grundschulfächern im Rahmen einer Digitalen Grundbildung einen Grundstock für lebenslange Bildungsprozesse zu schaffen (Irion 2018; 2020). Insbesondere durch den Umstand, dass Schrift und Bild inzwischen ergänzt werden durch vielfältige Informations- und Kommunikationssysteme, in denen Interaktivität, Still- und Bewegtbild, Multimedialität und orts- beziehungsweise zeitunabhängige Kommunikation tragende Bestandteile der Informations- und Kommunikationswelt sind, steht die Bildung in der Primarstufe und damit auch im Sachunterricht vor der wichtigen Aufgabe, eine Vertiefung bestehender ebenso wie die Entstehung neuer sozialer Ungleichheiten zu verhindern. So zeigt die International Computer and Information Literacy Studie (ICILS) nicht nur auf, dass in Deutschland 25% der untersuchten Achtklässler*innen lediglich niedrige Kompetenzniveaus erreichen, sondern es wird auch deutlich, dass Schüler*innen aus Ländern, in denen in der Grundschule gezielt mit der Förderung digitaler Kompetenzen begonnen wurde, deutlich besser abschneiden (Eickelmann, Bos, Gerick, Goldhammer, Schaumburg, Schwippert, Senkbeil & Varenhold 2019). Die hohe Bedeutung dieser Prozesse macht die Auseinandersetzung mit Form und Inhalt einer digitalen Grundbildung (Irion 2020) als Bildung für eine digital geprägte und gestaltbare, mediatisierte Welt zu einer dringlichen Aufgabe, die bislang nur unzureichend an deutschen Schulen umgesetzt wird (Irion & Eickelmann 2018).

4 Die Kultur der Digitalität verändert Alltagswelten – und damit den Sachunterricht

Auch wenn Digitalisierung im Zusammenhang mit Schule in den letzten Jahren bereits intensiv diskutiert (KMK 2016; GFD 2018), im gewissen Maße gefördert und beforscht wurde, ist die rückständige Situation in Deutschland hinsichtlich der Ausstattung der Schulen und Befähigung der Lehrkräfte (Deutsches Schulbarometer 2020) erst mit den umfangreichen Schulschließungen in Folge der Ausbreitung von Covid-19 in der breiten Öffentlichkeit umfassend thematisiert worden. Der dabei dominierende Diskurs defizitärer technischer Ausstattung (Oberrauch, Jekel & Breitfuss-Horner 2022; Borukhovich-Weis, Grey, Gryl, Lehner & Atteneder 2022) darf nicht suggerieren, dass es mit Technik und technischen Kompetenzen getan ist. Eine Kultur der Digitalität (Stalder 2016) verändert und durchdringt die Lebenswelt massiv und demzufolge auch einen Sachunterricht, der seinem Anspruch auf Lebensweltorientierung gerecht werden soll. *Algorithmizität* (Algorithmen mit dem Ziel der Komplexitätsreduktion), *Gemeinschaftlichkeit* (omnipräsente und eng getaktete soziale Interaktion durch gegenwärtige, digital Kommunikation) und *Referenzialität* (beständige Bezüge der

Web-Inhalte, der Reziprozität der Kommunikation und dem Teilen, Ableiten und Weiterentwickeln von Inhalten) ändern alltägliche Praktiken der Kommunikation, Ideenschöpfung, Informationsgewinnung und Identitätsbildung. Da Schule aber in genau diesen Feldern – mit traditionelleren Praktiken – tätig ist und Kinder sich aktive Webnutzung mit zunehmendem Alter erschließen (mpfs 2019; 2021), muss Schule die eigenen und neuen Kulturtechniken reflektiert betrachten und vor allem die Relation von bisherigen und sich neu entwickelnden Feldern von Austausch und Wissensproduktion sichtbar machen. Der Sachunterricht ist dafür ein idealer Raum, weil er sich auf die (veränderte) Lebenswelt bezieht und sowohl den perspektivenvernetzenden Themenbereich Medien als auch die technische Perspektive bereits traditionell beinhaltet (GDSU 2013). Deshalb kann digitalisierungsbezogene Bildung im Sachunterricht auch nicht allein eine informatische Grundbildung (Humbert, Best, Losch & Pieper 2020) sein. Neben den technischen Bedingungen sind deren Auswirkungen auf Gesellschaft und ihre Praktiken sowie ihr Einfluss auf weitere technische Entwicklungen durch Innovationen wesentlich und können nur im vielperspektivischen Zusammenspiel verstanden werden (Brinda, Brüggem, Diethelm, Knaus, Kommer, Kopf, Missomelius, Leschke, Tilemann & Weich 2019).

Der dem Sachunterricht bereits immanente Grundsatz des Lernens mit und über Medien (s.o., Gervé & Peschel 2013) ist ein weiteres Argument, dass eine Kultur der Digitalität den Sachunterricht beeinflussen muss. Doch ändern sich auch alltägliche Weltaneignungspraktiken bzw. Kulturtechniken. Die damit verbundenen Herausforderungen – etwa die Auswirkung von Filterblasen auf klassische Rechercheaufgaben (Dorsch, Fuchs, & Kanwischer 2021) – aber auch ihr Nutzen – etwa kollaboratives Schreiben und Annotieren als neue, nicht lineare Form der Zusammenarbeit (Beißwenger & Burokvikhina 2019) – müssen in einem zukunftsorientiertem Sachunterricht ihren Platz finden. Exkursionen können durch digitale Informationen um eine im physisch-materiellen Raum nicht erkennbare Ebene angereichert werden (Brendel & Mohring 2022), die dennoch raumprägende Aspekte sichtbar macht und zugleich offenlegt, wie digitale räumliche Layer auf Smartphones durch die Räume des Alltags leiten.

Diese Herangehensweise antwortet einerseits auf die Frage nach dem Mehrwert digitaler Zugänge für fachliches Lernen, schiebt sie andererseits auch teilweise beiseite, indem (gemessen an aktuellen Lehrplänen) neue digitalisierungsbezogene Kompetenzen vermittelt werden müssen. Das wirft zugleich die Frage auf, welche klassischen Lerninhalte und Kompetenzen verzichtbar sind, um Platz für andere Herangehensweisen zu schaffen.

Händisches Schreiben etwa als dominierende Form der Sicherung und Präsentation dürfte mit dem Einsatz digitaler Schreibwerkzeuge weniger Zeit erhalten, was zu geteilten Reaktionen führt (Malberger 2018). Auch auf der Ebene der Inhalte würde es Veränderungen geben. Es wird deutlich, dass eine oberflächliche schulische

Implementation von Digitalisierung ohne Weiterentwicklung der Didaktik nicht das Ziel sein kann. Die bloße Darbietung eines digitalisierten Sachtextes, ohne etwa durch Multimedialität erweiterte, vielleicht kollaborative Annotierungsfunktionen, wird den Möglichkeiten einer Kultur der Digitalität nicht gerecht. Auch darf Digitalisierung nicht dazu verleiten, in noch klassischere didaktische Praktiken zurückzufallen: Digitale Whiteboards etwa können mit all ihren Möglichkeiten das Unterrichten effizienter gestalten (Speicherung von Tafelbildern, durch Verlage vollständig vorbereitete Tafelbilder, etc.), jedoch auch zu einem auf die digitale Tafel zentriertem Frontalunterricht verleiten, wenn sie dominant eingesetzt werden (Jacob 2014). So zeigt ein Überblick über internationale Studien und Modelle, dass Lerneffekte beim Einsatz interaktiver Display-Technologien sich vor allem beim Einsatz anspruchsvoller mediendidaktischer Szenarien ergeben (Irión 2012; Beauchamp 2004). Automatisierte interaktive Elemente, insbesondere wenn die dahinterstehenden Algorithmen sehr einfach sind, können zu vereinfachten Multiple Choice Abfragen sowie Reiz-Reaktions-Lernen statt zu komplexer Argumentation verleiten. Extensive Gamification kann mitunter extrinsische Motivation vor intrinsische setzen. Gerade Learning Analytics versprechen durch den Einsatz von komplexen Algorithmen eine Anpassung von Aufgaben an den individuellen Stand der Lernenden, Entlastung der Lehrkraft und Differenzierungsmöglichkeiten (Williamson 2017). In einem Fach wie Sachunterricht mit vielperspektivischen Problemen aber ist die notwendige Komplexität dieser Anwendungen kaum gegeben. Zudem kann die Optimierungslogik hinter Learning Analytics kreativer Ideenentwicklung am Algorithmus vorbei entgegenstehen. Die Lehrkraft muss sich also der Grenzen einer solchen Unterstützung bewusst sein und ihre eigenen diagnostischen Fähigkeiten einsetzen – auch diese weiterentwickeln zum Einsatz unter geänderten Praktiken des Vermittelns und Aneignens.

Eine Kultur der Digitalität ruft also nicht allein zur reaktiven Gestaltung von Sachunterricht vor dem Hintergrund gesellschaftlicher Herausforderungen und deren Bewältigung auf, sondern ermöglicht auch eine Weiterentwicklung unter Nutzung der sich bietenden Möglichkeiten bei gleichzeitiger kritischer Reflexion. Open Educational Resources sind ein Beispiel dafür, wie neue Sozialräume zur Unterstützung entwickelt werden (Johnstone 2005): Lehrkräften tauschen dank offener Lizenzen und Webkommunikation in einer sich unterstützenden Community ihre Materialien aus, passen sie ihren Lerngruppen an, entwickeln sie weiter. Übergreifende fachliche und didaktische Expertise wird geteilt und Lehrkräfte können den Schwerpunkt ihrer Unterrichtsvorbereitung auf ihre Rolle als Expert*innen für ihre eigene Lerngruppe setzen. Gerade in einem Fach wie Sachunterricht mit vielfältigen fachlichen Referenzen werden Lehrkräfte auf diese Art und Weise entlastet.

5 Ein veränderter Sachunterricht bedarf einer veränderten Lehrkräftebildung

Beachtet man die Veränderung der Alltagswelten durch eine Kultur der Digitalität und deren Auswirkungen auf die Veränderung von Sachunterricht, so wird deutlich, dass sich die Anforderungen an Lehrkräfte verändert haben und dass dies auch notwendige Konsequenzen für die Lehrkräftebildung haben muss. Es reicht nicht aus, die technische Ausstattung zu erweitern (ICILS 2018). Vielmehr zeigt sich, dass bestehende Professionalisierungsmodelle durch den Aspekt der Digitalisierung zu erweitern sind. Dabei erweisen sich neben spezifischen Fragen der Einstellungs- und Überzeugungsentwicklung (Irion, Ruber, Taust & Ostertag 2020) insbesondere die mangelnden Kompetenzen von Lehrkräften als Schwierigkeiten. Kompetenzformulierungen angelehnt an theoretische Modelle (z.B. TPACK), versuchen diese Mängel auf Seiten der Lehrkräfteprofessionalität über normative Setzungen zu beheben (z.B. Forschungsgruppe Lehrerbildung Digitaler Campus 2017). Lehrkräfte brauchen in der Zukunft sowohl medienpädagogische, mediendidaktische als auch medienerzieherische Kompetenzen (Schworm & Haider 2021). Ebenso essentiell sind sowohl fachbezogene Kompetenzen digital gedacht als auch „digitale Kompetenzen“ fachlich gedacht. Sachunterricht ist das Fach, das aufgrund seiner vielfältigen Sachbezüge für die Vermittlung von Bildung in einer Kultur der Digitalität am ehesten geeignet ist (KMK 2016; Haider & Knoth 2021a; GDSU 2021). Lehrkräfte müssen in der Lage sein, Phänomene und Artefakte der digitalisierten Lebenswelt aus der Erfahrung der Kinder heraus zu entwickeln, mit digitalen Medien in unterschiedlichen Situationen umzugehen und diese zielgerichtet einzusetzen (Haider & Knoth 2021a; Gervé & Peschel 2013). Um dies leisten zu können, bedarf es bei Lehrer*innen neben den Kompetenzen, die sie auf Seite der Schüler*innen erreichen wollen, weiterführender Kompetenzen (Schworm & Haider 2021). Verschiedene Ansätze wie bspw. TPACK (Koehler, Mishra & Cain 2013; Valtonen, Sointu, Mäkitalo-Siegl & Kukkonen 2015), DPACK (Huwer, Irion, Kuntze & Schaal 2019), das Modell der Kernkompetenzen (Forschungsgruppe Lehrerbildung Digitaler Campus Bayern: Schultz-Pernice, von Kotzebue, Franke, Ascherl, Hirner, Neuhaus, Ballis, Hauck-Thum, Aufleger, Romeike, Frederking, Krommer, Haider, Schworm, Kuhbandner & Fischer 2017) zeigen auf, wie Kompetenzen im Zielbereich der Lehrerbildung aussehen sollten. Sowohl das DPACK-Modell als auch das Kernkompetenzmodell beachten die Veränderung des Denkens und Handelns durch fortschreitende Digitalisierung. Grundlage beider Modelle bildet das TPACK-Modell, das neben fachlichen und fachdidaktischen auch technologischen Kompetenzen als Komponenten von Professionswissen von Lehrkräften festmacht. Schließlich sind es auch die Überschneidungsbereiche der einzelnen Komponenten, die einen erheblichen

Beitrag zur Professionalität leisten. Da die Vernetzung analoger und digitaler Wirklichkeit weitreichend ist, gehen Huwer et al. (2019) davon aus, dass die technologische Perspektive im TPACK-Modell dringend auf eine Perspektive digitalitätsbezogenen Wissens erweitert werden muss. Die kleine Veränderung von T- zu DPACK-Modell hat aber eine durchaus große Wirkung, denn hier werden der Wandel zur Informationsgesellschaft und insbesondere jüngere Transformationsprozesse der Gesellschaft mitgedacht.

Das Modell der „Kernkompetenzen von Lehrkräften für das Unterrichten in einer digitalisierten Welt“ der Forschungsgruppe Lehrerbildung Digitaler Campus Bayern versucht eine erste Konkretisierung, welche medienbezogenen Kompetenzen Lehrkräfte benötigen.

Das Modell versucht, aus verschiedenen Sichtweisen (Pädagogische Psychologie, Fachdidaktik, Medienpädagogik, Grundschulpädagogik) Unterrichtsgeschehen und dafür nötige Kompetenzen unter einem pädagogisch-didaktischen Blickwinkel zu erfassen. Nicht berücksichtigt werden persönliche Kompetenzen, die eine Lehrkraft im Medienbereich mitbringt, und jene, die zusätzlich nötig sind, um das eigene Arbeiten und schulorganisatorische Angelegenheiten mit Medien zu unterstützen. Für den Sachunterricht sind dabei die fachdidaktischen und die grundschulpädagogischen Perspektiven zentral. Hierbei wird das aktuelle Konzept der KMK (2016) berücksichtigt.

Das Modell (siehe Abb. 1) berücksichtigt neben einer Wissenskomponente (siehe auch TPACK-Modell, Valtonen et al. 2015) eine Handlungskomponente (Terhart 2011). Diese erlaubt es Lehrkräften, Unterricht zu planen, zu entwickeln, durchzuführen und zu evaluieren.

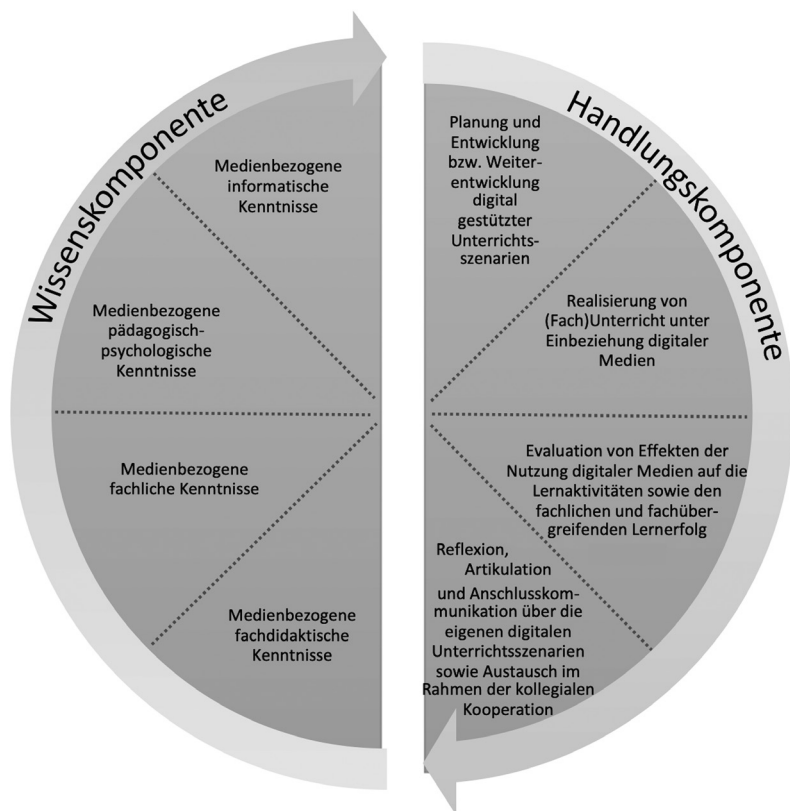


Abb. 1: Komponenten der medienbezogenen Lehrkompetenzen (aus Haider & Knoth 2021b, erstellt nach Forschungsgruppe Lehrerbildung Digitaler Campus Bayern 2017)

Modelle dieser Art zeigen einerseits die vielen erforderlichen Komponenten von medienbezogenen Lehrkompetenzen auf. Andererseits machen sie bewusst, dass es sich nur um Kernkompetenzen handelt und noch weitere, detailliertere Kompetenzen benannt werden könnten. Kritik an derartigen Kompetenzformulierungen kann an der fehlenden Operationalisierung geübt werden. Die 19 Kernkompetenzen müssen für den Sachunterricht noch zu Ende gedacht werden.

Bei allen Setzungen und normativen Forderungen nach Kompetenzen wird es für die Lehrerbildung darauf ankommen, wie kompetent sich angehende Sachunterrichtslehrkräfte selbst einschätzen. Hier zeigt sich, dass die Aufgeschlossenheit gegenüber dem Einsatz digitaler Medien im Unterricht groß ist, die Selbsteinschätzung der eigenen Kompetenzen dagegen eher gering. Jedoch zeigt sich auch, dass die Streuung sehr hoch ist und man von einem extrem heterogenen Feld ausgehen kann (Haider & Knoth eingereicht). Ausgehend davon bedeutet dies für die Leh-

rerbildung, dass eine umfassende „digitale Bildung“ gerade für den Sachunterricht nötig ist, und zwar in einer fächerübergreifenden und perspektivenvernetzenden Form. Der Sachunterricht befindet sich hier in einer Schlüsselposition, um viele Positionen und Sichtweisen gewinnbringend für das Erschließen der Welt zusammenkommen und vernetzen zu lassen. Unter diesen Prämissen liegt es auch nahe, Inhalte für eine dementsprechenden Lehrerbildung mit Forschung zu stützen.

6 Eine veränderte Lehrkräftebildung bedarf einer veränderten sachunterrichtsdidaktischen Forschung

Trotz der immer größer werdenden Relevanz der Kultur der Digitalität (Stalder 2017) im Leben der Kinder sowie der damit einhergehenden notwendigen Veränderungen auf Seiten der Lehrkräfte und des Sachunterrichts, gibt es auf fachdidaktischer Seite bisher relativ wenig Forschung zum Lernen *mit* und *über* Medien (Straube, Brämer, Köster & Romeike 2018; Mitzlaff 2010). Ein Zustand, der insbesondere aufgrund der Bedeutung digitaler Medien als „Inbegriff des Strukturwandels zur Informationsgesellschaft“ (Steinbicker 2013) problematisch ist. Diese Problematik soll zunächst jeweils für das Lernen *mit* sowie *über* Medien im Sachunterricht im Rückgriff auf Ergebnisse der Forschung betrachtet werden, um Forschungsdesiderate sowie zukünftige Forschungsperspektiven herauszuarbeiten. Eine der wenigen empirischen Studien zum Lernen *mit* Medien wurde von Bach (2018) in einem Pre-Post-Design für den geographisch-orientierten Sachunterricht durchgeführt. In dieser Studie konnte bei 245 Viertklässler*innen gezeigt werden, dass digitaler Kartenunterricht im Vergleich zu analogem Kartenunterricht zwar die notwendige fachlich-geographische Kartenkompetenz nicht besser (aber auch nicht schlechter) fördert, die Schüler*innen jedoch zugleich mediale Kompetenzen im Umgang mit digitalen Karten und den entsprechenden Zugangsmedien dazu entwickeln (a.a.O.). Zu einem ähnlichen Ergebnis kommen Carell und Peschel (2014). Diese untersuchten insgesamt 489 Kinder in einem Pre-Post-Verfahren und fanden heraus, dass ein in der Studie untersuchtes Online-Lexikon für Kinder (kidipedia) „keinen Einfluss auf die Naturwissenschaftskompetenz ausübt und das Interesse sowie die Motivation gegenüber Naturwissenschaften bei den Kindern senkt. Es sind weitere Analysen und eine intensive Ursachenforschung nötig“ (a.a.O., 491). Als Ursachen vermuten die Forscher*innen einen zu geringen Einsatz des Mediums im Unterricht, eine generell schlechte Eignung des Bereichs Naturwissenschaften sowie eine schlechte Eignung des Tests für die im Unterricht geförderten Kompetenzen (Carell & Peschel 2015). Zusammenfassend zeigen diese Studien, dass digitale Medien im Sachunterricht zwar Medienkompetenz fördern, jedoch das fachliche Lernen sowie die Motivation der Kinder nicht positiv beeinflussen.

Fokussiert man lernpsychologische Forschung zum Lernen *mit* Medien, so lassen sich verschiedene Belege für die Wirksamkeit digitaler Medien finden. Jedoch enthielten die entsprechenden Stichproben selten Grundschul Kinder. Eine Metaanalyse zweiter Ordnung (mit 1055 Studien) von Tamim, Bernard, Borokhovski, Abrami und Schmid (2011) kommt zu dem Ergebnis, dass der Einsatz digitaler Technologie einen kleinen Effekt ($d = 0.30-0.35$) auf das Lernen von Schüler*innen hat. Hierbei scheint die Unterstützung durch digitale Medien einen kleinen Vorsprung in Relation zur direkten Instruktion zu besitzen (a.a.O.). Auch die Hattie-Studie (2009) bestätigt diesen kleinen Effekt ($d = 0.31$) bei computergestützter Instruktion. Digitale Medien sind demgemäß bedingt ertragreicher und dieser Ertrag ist von unterschiedlichen Bedingungen abhängig (Tamin et al. 2011, 17). So zeigt bspw. eine Metaanalyse von Höffler und Leutner (2007), dass Videos und Animationen eine Überlegenheit hinsichtlich des Lernerfolgs gegenüber statischen Darstellungen besitzen ($d = 0.37$). Dieser Effekt scheint sowohl von der Gestaltung als auch von zentralen Lerner*innenmerkmalen abhängig zu sein (Lowe & Schnotz 2008; Höffler & Leutner 2007). Der Einsatz von Videos und Animationen ist insbesondere dann von Vorteil, wenn die Lerner*innen ein (animiertes) mentales Modell benötigen ($d = 1.06$), um gewisse Aufgaben oder Probleme zu lösen (Höffler & Leutner 2007; Horz 2015, 128). Mehrfach empirisch belegt ist außerdem, dass das Lernen mit multimedialen im Vergleich zu rein textuellen (unimedialen) Lernumgebungen einen höheren Lernerfolg erbringt („Multimedia-Prinzip“, $d = 0.30$) (Horz 2015; Herzog 2014; Zwingenberger 2009). Zwingenberger (2009) zeigt in ihrer Übersicht über Metaanalysen, dass multimediale Lernmaterialien mit einem kleinen Effekt ($d \approx 0.30$) zu höheren Lernerfolgen führen als traditionelle Lehrmethoden (a.a.O.). Auch die Multimodalität bei Medien führt zu höheren Lernerfolgen, insbesondere dann, wenn diese simultan und in ‚räumlicher Nähe‘ zueinander ‚abgespielt‘ werden (Mayer & Moreno 1998; Mayer 2001). In explorativen Studien zeigen sich außerdem überfachliche Effekte (Herzig 2014). Digitale Medien besitzen bspw. motivationale Effekte, welche zwar oft zeitlich begrenzt auftreten (Neuigkeitseffekt, Kerres 2003; Herzog 2014), jedoch auch längerfristig die Motivation steigern können (Schaumburg, Prasse, Tschakert & Blömeke 2007). In einer Studie von Tillmann und Bremer (2017) konnte nach 18 Monaten eine gleichbleibend hohe intrinsische Motivation von Grundschulkindern festgestellt werden. Gleichzeitig ließ der empfundene Druck bei der Arbeit mit digitalen Medien (Tablets) kontinuierlich nach. Es zeigte sich, dass insbesondere „dann die Motivation hochgehalten werden kann, wenn die Unterrichtsszenarien projekt- und prozessorientiert gestaltet sind und selbstgesteuertes Lernen ermöglichen“ (a.a.O., 241). Laut Hattie (2009) sind für einen besonders wirksamen Einsatz digitaler Medien in der Schule außerdem die folgenden Faktoren entscheidend: Die Lehrkräfte sollten entsprechende Fortbildungen besucht haben, die Lernangebote vielfältige Möglichkeiten zum Lernen bieten und die Kinder nach Möglichkeit ihren Lernprozess selbst kontrollieren. Zusammenfassend kann man auf Basis dieses Forschungsstandes von einem

kleinen positiven Effekt auf den Lernerfolg sowie die Motivation von Kindern beim Lernen *mit* Medien ausgehen. Die Größe des Einflusses der Medien auf das Lernen ist dabei von verschiedenen Faktoren abhängig, die sowohl die Lehrkräfte, die Kinder, den Lerngegenstand sowie das Lernsetting betreffen.

Betrachtet man diese Ergebnisse in Relation zu den Forschungsbefunden aus der Sachunterrichtsdidaktik, erkennt man eine Diskrepanz. So zeigen verschiedene Meta-Studien, dass der Einsatz digitaler Technologie durchschnittlich einen kleinen positiven Effekt auf das Lernen sowie die Motivation hat, welcher im Rahmen von sachunterrichtsdidaktischen Studien bisher nicht erzielt wurde. Dieses ambivalente Bild gilt es auszuschärfen und konkrete fachdidaktische Zusammenhänge aufzudecken. Es sollte jedoch nicht zur Reproduktion der lerntheoretisch fragwürdigen rezeptionistischen Settings dieser Studien kommen. Vielmehr sollte man die Ergebnisse vor dem Hintergrund eines handlungsorientierten und bildungswirksamen Lernens als Grundlage für neue Forschung mit hypothesenprüfenden Verfahren nutzen.

Zum Lernen *über* Medien liefert die Informatikdidaktik entscheidende Beiträge (Straube, Brämer, Köster & Romeike 2019; KMK 2016; ICILS 2018). Eine qualitative Analyse von Videodaten mittels dokumentarischer Methode von Goecke, Stiller und Pech (2018) konnte Ansätze von Hypothesengenerierung und -prüfung, der Greedy-Methode (sukzessiver Ausbau von Teillösungen zur Gesamtlösung) und des Nutzens von Variablen bei Grundschulkindern der dritten Klasse, welche Robotikmaterial benutzten, beobachten (a.a.O.) Eine Aktualisierung der Ergebnisse (N=22) kommt zu dem Ergebnis, dass die Kinder „intuitive Verständnisweisen der Übertragung und Speicherung von Information innerhalb eines Roboters“ besitzen und dass Algorithmenverständnisse „erst durch die systematische und detaillierte Analyse von Handlung und Gesprochenem interpretiert werden können“ (Goecke, Stiller & Schwanewedel 2021, 129). Eine Studie von Köster, Brämer, Mehrstens, Straube, Voigt und Nordmeier (2019) zum Interesse von Grundschulkindern der ersten bis dritten Klassenstufe (n = 28) an verschiedenen Robotikmaterialien zeigte deutliche Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen sowie zwischen Kindern verschiedener Klassenstufen. Bei einem frei wählbaren Angebot wurde Häufigkeit und Verweildauer als Indikatoren für das situationale Interesse erfasst. Materialien wie Lego® WeDo, Scratch Jr. sowie der BeeBot erwiesen sich als besonders interessant, wohingegen Calliope eher weniger Interesse hervorrief. Scratch Junior wurde signifikant länger von Mädchen als von Jungen besucht ($d = 1.01$), wohingegen Jungen eher Lego® WeDo ($d = 0.63$) bevorzugten. Dies lässt darauf schließen, dass die Auswahl des Materials für den Unterricht potenziell vorhandene Berührungspunkte oder auch Genderphänomene im Grundschulalter verstärken könnte.

Verschiedene Studien belegen, dass Grundschul Kinder prinzipiell kognitiv in der Lage sind, fachliche Inhalte *über* Medien zu verstehen (u.a. Gibson 2012; Weigend 2009). Schwill (2001) konnte auf Basis einer Analyse bestehender Untersuchungen zeigen, dass es Grundschulkindern gelingt, konzeptionelle Ideen, wie z.B. Rekursion (als eine komplexere Form der Iteration, bei der eine Anweisung sich selbst mehrfach aufruft)

zu verstehen sowie anzuwenden. Jedoch können Kinder komplizierte rekursive Sachverhalte stärker erfassen, als sie beschreiben. Hoffmann, Wendtland und Wendtland (2017) kommen zum Schluss, dass wesentliche Konzepte der Algorithmisierung auch für Grundschul Kinder ohne vorherige Thematisierung dieser Inhalte im Unterricht umsetzbar sind. Weigend (2009) schließt, dass bereits Dritt- und Viertklässler*innen (N=126-149) keine grundsätzlichen Schwierigkeiten haben, „die wesentlichen Ausdrucksmittel einer Programmiersprache zur Steuerung von Aktivitätsflüssen und zur Benennung von Entitäten zu begreifen und anzuwenden“ (a.a.O., 107). Gibson (2012) kommt zu dem Ergebnis, dass selbst Kinder, die des Lesens und Schreibens noch nicht mächtig sind, lernen können, mit grafischen Algorithmen umzugehen. Eine Untersuchung von Kindern zwischen 3 und 6 Jahren, die mit LEGO-Electronic-Blocks arbeiteten, belegt außerdem, dass bereits 3-jährige Kinder einfache Algorithmen und Robotersysteme entwickeln und damit arbeiten können (Wyeth & Wyeth 2008).

Darüber hinaus zeigen sich interessante Zusammenhänge bei übergreifenden Konstrukten. Zwei Metastudien fanden einen Zusammenhang zwischen der Programmierfähigkeit mit einem höheren Ergebnis in verschiedenen kognitiven Tests mit positiven mittelstarken Effekten, welche auch für Grundschul Kinder gelten können, auch wenn diese nur einen Teil der Stichproben ausmachten (Liao & Bright 1991). Román-González, Pérez-González und Jiménez-Fernández (2017) konnten außerdem eine Korrelation des informatischen Denkens (Computational Thinking) mit einem Test zum Problemlösen bei Sekundarstufenschüler*innen empirisch belegen ($r = 0.67$). Die Studien aus der Informatikdidaktik stützen und erweitern somit die Ergebnisse von Goecke et al. (2018, 2021) und zeigen auf, welches Potential in diesem bisher noch wenig bedienten Forschungsfeld, des Lernens *über* Medien, innerhalb der Sachunterrichtsdidaktik liegt.

Fazit

Mit dem Positionspapier „Sachunterricht und Digitalisierung“ der GDSU (2021) wurde erstmals ein auf Digitalisierung fokussiertes, umfassendes Verständnis eines Medialen Lernens grundgelegt und die daraus resultierenden unterrichtlichen Ableitungen im Sinne eines welterschließenden Verständnisses für die Grundschule benannt. Damit geht die Konzeption der sachunterrichtlichen Auseinandersetzung mit Medien, digitalen Artefakten, Kulturveränderungen durch Medien, Konsum, Technik und Entwicklung samt den Einflüssen auf Gesellschaft und Sprache über bestehende Forderungen (z.B. GI 2019) hinaus und betont die doppelte Ausrichtung medialen Lernens im Sachunterricht in Hinblick auf eine Kultur der Digitalität und zukunftsgerichtete Prozesse des Lernens in der Grundschule insgesamt.

Dass dazu auch eine Veränderung der Lernlandschaft und besonders auch der Lehrer*innenbildung gehört, ist offensichtlich, werden doch Lehrkräfte zumeist nur begrenzt mit dem doppelten Potential der Einbindung von Medien (*mit* und *über*) in Lernzusammenhänge in ihrem Studium konfrontiert. Wichtig ist dabei, Einzelkompetenzen (z.B. Robotik, Programmierung) im Sinne des zuvor dargelegten umfassenden Verständnisses einzubinden und Zielsetzungen im Sinne der Allgemeinen Bildung nach Klafki (1992) immer wieder neu zu justieren. Zu den erforderlichen Veränderungen gehört auch ein hoher Forschungsbedarf. Es zeigt sich viel Potenzial innerhalb der dargestellten Forschungsfelder. Bisher fokussiert keine der Studien einen vielperspektivischen Ansatz im Sachunterricht. Gerade ein vielperspektivischer Sachunterricht hätte aber das Potenzial, den vielschichtigen Problemen zu begegnen und weitere Ansatzpunkte für die Forschung zu liefern. So könnten interaktive digitale Animationen (Lernen *mit* Medien) den Aufbau komplexer dynamischer kognitiver Schemata bzw. das Modellieren und somit einen essenziellen Bestandteil naturwissenschaftlichen Denkens fördern (Lange & Hartinger 2014; Horz 2015). Außerdem könnte das Problemlösen oder das Bilden von Hypothesen durch das Lernen *über* Medien gefördert und damit auch fachliches Lernen in der naturwissenschaftlichen oder technischen Perspektive verbessert werden (Liao & Bright 1991; Román-González et al. 2017).

Literatur

- Bach, S. (2018): Subjektiver Kompetenzerwerb von Schülerinnen und Schülern beim unterrichtlichen Einsatz von kidi-Maps. Eine Studie zum Einsatz digitaler Karten am Beispiel von kidi-Maps im Vergleich zu analogen Karten bei Schülerinnen und Schülern einer vierten Jahrgangsstufe. Saarbrücken.
- Beauchamp, G. (2004): Teacher use of the interactive whiteboard in primary schools: towards an effective transition framework. In: *Technology, Pedagogy and Education*, 13(3), S. 327-348.
- Beißwenger, M. & Burovikhina, V. (2019): Von der Black Box in den Inverted Classroom: Texterschließung kooperativ gestalten mit digitalen Lese- und Annotationswerkzeugen. In: Führer, C. & Führer, E.-M. (Hrsg.): *Dissonanzen in der Deutschlehrerbildung. Theoretische, empirische und hochschuldidaktische Rekonstruktionen und Perspektiven für das Fach Deutsch*. Münster, S. 193-222.
- Borukhovich-Weis, S., Grey, J., Gryl, I., Lehner, M. & Atteneder, H. (2022): Distanzlehre und Digitalisierung – wie sehen Lehrkräfte sich selbst? Ein diskursanalytischer Zugang zu Spannungen zwischen Gewerkschaft und Bildungspolitik. In: *k:ONtraste*, o.A.
- Brinda, T., Brüggem, 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 Ein interdisziplinäres Modell. <https://dagstuhl.gi.de/fileadmin/GI/Allgemein/PDF/Frankfurt-Dreieck-zur-Bildung-in-der-digitalen-Welt.pdf> [09.10.2021].
- Carrell, S., & Peschel, M. (2014): *kidipedia – Ergebnisse eines Forschungsprojektes im Sachunterricht*. In: Bernholt, S. (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Bildung zwischen Science- und Fachunterricht*. Kiel, S. 489-491.
- Carrell, S., & Peschel, M. (2015): Einfluss des Onlinelexikons *kidipedia* auf die Naturwissenschaftskompetenz von Jungen und Mädchen an Schweizer Primarschulen. In: Blömer, D., Lichtblau, M., Jüttner, A.-K., Koch, K., Krüger, M., & Werning, R. (Hrsg.): *Perspektiven auf inklusive Bildung – Gemeinsam anders lehren und lernen*. Wiesbaden, 216-223.

- Deutsches Schulbarometer (2020): Deutsches Schulbarometer Spezial zur Corona-Krise. <https://deutsches-schulportal.de/unterricht/das-deutsche-schulbarometer-spezial-corona-krise/> [09.20.2021].
- Dorsch, C., Fuchs, L. & Kanwischer, D. (2021): Unberechenbar? Algorithuskulturen und ihre räumlichen Implikationen nebst einigen Bemerkungen zur geographischen Bildung. In: *GW-Unterricht* 2021, 163, 1S. 9-31.
- Eickelmann, B., Bos, W., Gerick, J. & Labusch, A. (2019): Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern der 8. Jahrgangsstufe in Deutschland im zweiten internationalen Vergleich. In: Eickelmann, B., Bos, W., Gerick, J., Goldhammer, F., Schaumburg, H., Schwippert, K., Senkbeil, M. & Vahrenhold, J. (Hrsg.): *ICILS 2018 #Deutschland. Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking*. Münster, S.113-135
- Einsiedler, W. (2014): Grundlegende Bildung. In: Einsiedler, W., Götz, M., Hartinger, A., Heinzl, F., Kahlert J. & Sandfuchs U. (Hrsg.): *Handbuch Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik*. Bad Heilbrunn, S. 225-233.
- Forschungsgruppe Lehrerbildung Digitaler Campus Bayern (Schultz-Pernice, F., von Kotzebue, L., Franke, U., Ascherl, C., Hirner, C., Neuhaus, B., Ballis, A., Hauck-Thum, U., Aufleger, M., Romeike, R., Frederking, V., Krommer, A., Haider, M., Schworm, S., Kuhbandner, C. & Fischer, E) (2017): Kernkompetenzen von Lehrkräften für das Unterrichten in einer digitalisierten Welt. In: *merz Medien + Erziehung Zeitschrift für Medienpädagogik*, 61 (4), S. 65-74.
- Gervé, F. (2019): Digitalisierung und Bildung im Primarbereich. In: Heider-Lang, J. & Merkert, A. (Hrsg.): *Digitale Transformation in der Bildungslandschaft – den analogen Stecker ziehen?* Augsburg, S. 97-114.
- Gervé, F. & Peschel, M. (2013): Medien im Sachunterricht. In: Gläser, E. & Schönknecht, G. (Hrsg.) (2013). *Sachunterricht in der Grundschule: entwickeln – gestalten – reflektieren*. Frankfurt a.M., S. 58-77.
- Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) (2013): *Perspektivrahmen Sachunterricht. Vollständig überarbeitete und erweiterte Ausgabe*. Bad Heilbrunn.
- Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) (2021): *Sachunterricht und Digitalisierung. Positionspapier der GDSU* (2021). <https://www.markus-peschel.de/publikationen/2021/sachunterricht-und-digitalisierung-positionspapier-der-gdsu-2021>[31.12.2021].
- Gesellschaft für Fachdidaktik (GFD) (2018): *Fachliche Bildung in der digitalen Welt. Positionspapier der Gesellschaft für Fachdidaktik*. <http://www.fachdidaktik.org/wp-content/uploads/2018/07/GFD-Positionspapier-Fachliche-Bildung-in-der-digitalen-Welt-2018-FINAL-HP-Version.pdf>. [09.10.2021].
- Gewerkschaft Erziehung und Wissenschaft (GEW) (Hrsg.) (2016): *Erfolgreich mit Neuen Medien! – Was bringt das Lernen im Netz?* Frankfurt a. M.
- Gibson, J. P. (2012): Teaching Graph Algorithms To Children Of All Age. In: Lapidot, T. (Hrsg.): *Proceedings of the 17th ACM annual conference on Innovation and technology in computer science education*. New York, S. 34-39.
- Goecke, L., Stiller, J. & Pech, D. (2018): Algorithmische Verständnisweisen von Drittklässler / innen beim Explorieren von programmierbarem Material. In: U. Franz, U., Giest, H., Hartinger, A., Heinrich-Dönges A. & Reinthoffer B. (Hrsg.), *Handeln im Sachunterricht*. Bad Heilbrunn, S. 101-108.
- Goecke, L., Stiller, J. & Schwanewedel, J. (2021): Algorithmusverständnis in der Primarstufe. Eine Studie im Kontext des Einsatzes von programmierbarem Material. In: Landwehr, B. Mammes, I. & Murmann, L. (Hrsg.): *Technische Bildung im Sachunterricht der Grundschule. Elementar bildungsbedeutsam und dennoch vernachlässigt?* Bad Heilbrunn, S. 117-132.
- Haider, M. & Knoth, S. (eingereicht): „Digitale“ Kompetenzen und Technologieakzeptanz bei angehenden Lehrkräften für Grundschulen zu Beginn ihres Lehramtsstudiums.

- Haider, M., & Knoth, S. (2021a): Der Sachunterricht und seine Perspektiven unter dem Blickwinkel der Digitalität. In: Haider, M. & Knoth, S. (Hrsg.): *Digitale Medien im Sachunterricht der Grundschule in Theorie und Praxis*. Hamburg, S. 7-11.
- Haider, M. & Knoth, S. (2021b): *Veränderte Gesellschaft – veränderte Kompetenzen? Was können und sollten Schulen, aber auch Lehrkräfte leisten, um Schülerinnen und Schüler für das Leben in einer digitalen Welt zu befähigen?* In: *Kreative Ideenbörse Grundschule – Sonderausgabe 2021*. Kulmbach, S. 71-87.
- Hattie, J. (2009): *Visible Learning. A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement*. London.
- Hauck-Thum, U. & Noller, J. (2021): *Grundschule und die Kultur der Digitalität*. In: Hauck-Thum, U. (Hrsg.): *Was ist Digitalität? Philosophische und pädagogische Perspektiven*. Stuttgart.
- Herzig, B. (2014): *Wie wirksam sind digitale Medien im Unterricht?* Gütersloh.
- Hoffmann, S., Wendlandt, K. & Wendlandt, M. (2017): *Algorithmisieren im Grundschulalter*. In: Diethelm, I. (Hrsg.): *Informatische Bildung zum Verstehen und Gestalten der digitalen Welt*. 17. GI-Fachtagung Informatik und Schule. September 2017 Oldenburg. Bonn, S. 13-15.
- Höffler, T.N. & Leutner, D. (2007): *Instructional animation versus static pictures: A meta-analysis*, *Learning and Instruction*, Volume 17, Issue 6, 2007, Pages 722-738. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.09.013>.
- Horz, H. (2015): *Medien*. In: Wild, E. & Möller, J. (2015): *Pädagogische Psychologie*. Berlin, Heidelberg, S. 103-133.
- Humbert, L., Best, A., Losch, D. & Pieper, J. (2020): *Stellungnahme der Gesellschaft für Informatik zum Lehrplanentwurf für das Fach Sachunterricht in der Grundschule in Nordrhein-Westfalen*. o.O.
- Huwer, J., Irion, T., Kuntze, S., Schaal, S., & Thyssen, C. (2019): *Von TPaCK zu DPaCK: Digitalisierung im Unterricht erfordert mehr als technisches Wissen*. In: *MNU Journal*, 5, S.-358-364.
- ICILS – Eickelmann, B., Bos, W., Gerick, J., Goldhammer, F., Schaumburg, H., Schwippert, K., Senkbeil, M., Vahrenhold, J. (Hrsg.) (2018): *ICILS 2018 #Deutschland. Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking*. https://kw.uni-paderborn.de/fileadmin/fakultaet/Institute/erziehungswissenschaft/Schulpaedagogik/ICILS_2018__Deutschland_Berichtsband.pdf [09.10.2021].
- Eickelmann, B., Bos, W., Gerick, J., Goldhammer, F., Schaumburg, H., Schwippert, K., Senkbeil, M. & Vahrenhold, J. (Hrsg.) (2019): *ICILS-2018-Berichtsband Deutschland. ICILS 2018 Münster*.
- Irion, T. (2012): *Interaktive Whiteboards im Grundschulunterricht. Didaktische Herausforderungen für die Nutzung digitaler Tafeln bei der Gestaltung von Lernumgebungen in der Primarstufe*. In: Schulz-Zander, R., Eickelmann, B., Moser, H., Niesyto, H. & Grell, P. (Hrsg.): *Jahrbuch Medienpädagogik 9*. Wiesbaden, S. 175-196.
- Irion, T. (2018): *Wozu digitale Medien in der Grundschule? Sollte das Thema Digitalisierung in der Grundschule tabuisiert werden?* In: *Grundschule aktuell*, 142, S. 3-7.
- Irion, T. (2020): *Digitale Grundbildung in der Grundschule. Grundlegende Bildung in der digital geprägten und gestaltbaren, mediatisierten Welt*. In: Thumel, M., Kammerl R. & Irion T. (Hrsg.), *Digitale Bildung im Grundschulalter. Grundsatzfragen zum Primat des Pädagogischen*. München, S. 49-81.
- Irion, T. & Eickelmann, B. (2018): *Digitale Bildung in der Grundschule: 7 Handlungsansätze*. In: *Grundschule*, 7, S. 7-12.
- Irion, T. & Scheiter, K. (2018): *Didaktische Potenziale digitaler Medien für den Grundschulunterricht. Der Einsatz digitaler Technologien aus grundschuldidaktischer und mediendidaktischer Sicht*. In: *Grundschule aktuell*, 142, S. 8-11.

- Irion, T., Ruber, C., Taust, K. & Ostertag, J. (2020): Lehrerprofessionalisierung für Medienbildung und Digitale Bildung in der Grundschule. In: Rothland, M. & Herrlinger, S. (Hrsg.): *Digital?! Perspektiven der Digitalisierung für den Lehrerberuf und die Lehrerbildung*. Münster, S. 103-122.
- Jacob, R. (2014): Interaktive Whiteboards – der Einzug einer neuen Lerntechnologie. In: Zawacki-Richter, O., Kergel, D., Kleinefeld, N., Muckel, P., Stöter, J. & Brinkmann, K. (Hrsg.): *Teaching Trends 2014. Offen für neue Wege: Digitale Medien in der Hochschule*. Münster, S. 191-202.
- Johnstone, S.M. (2005): Open Educational Resources serve the world. In: *Educause Quarterly* 2005(3), S. 15-18.
- Kammerl, R., Dertinger, A., Stephan, M. & Thumel, M. (2020): Digitale Kompetenzen und Digitale Bildung als Referenzpunkte für Kindheitskonstruktionen im Mediatisierungsprozess. In: Thumel, M., Kammerl R. & Irion T. (Hrsg.), *Digitale Bildung im Grundschulalter. Grundsatzfragen zum Primat des Pädagogischen*. München, S. 21-48.
- Kerres, M. (2003): Wirkungen und Wirksamkeit neuer Medien in der Bildung. In: Keil-Slawik, R. & Kerres, M. (Hrsg.): *Wirkungen und Wirksamkeit neuer Medien in der Bildung*. Münster, S. 31-44.
- KMK (2012): *Medienbildung in der Schule. Beschluss der Kultusministerkonferenz*. Berlin.
- KMK (2016): *Bildung in der digitalen Welt. Strategie der Kultusministerkonferenz*. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2018/Strategie_Bildung_in_der_digitalen_Welt_idF_vom_07.12.2017.pdf [09.10.2021].
- Koehler, M. J., Mishra, P. & Cain, W. (2013): What Is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)? In: *Journal of Education*, No. 3, S. 13-19.
- Köster, H., Straube, P., Brämer, M., Mehrtens, T., Nordmeier, V. & Voigt, J. (2019). Zum Interesse von Grundschulkindern an informatischen Lernmaterialien. In: Nordmeier, V.; Grötzebauch, H. (Hrsg.): *PhyDid B - Didaktik der Physik, Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung 2019*. Aachen. Aachen, S. 37-44.
- Kunkel, C. & Peschel, M. (2020): Lernen mit und über digitale Medien im Sachunterricht. Entwicklung eines vielperspektivischen Konzepts zur Erschließung digitaler Medien. In: Rummel, K., Koppel, I., Afsmann, S., Bettinger, P. & Wolf, K. D. (Hrsg.): *Jahrbuch Medienpädagogik 17*, Zürich, S. 455-476.
- Lange, K. & Hartinger, A. (2014): Modellierungskompetenz – Konzeptionierungen und Verortung im Sachunterricht. In: Fischer, H.-J., Giest, H. & Peschel, M. (Hrsg.) (2014): *Lernsituationen und Aufgabenkultur im Sachunterricht*. Bad Heilbrunn, S. 165-172.
- Liao, Y.-K. C. & Bright, G. W. (1991): Effects of Computer Programming on Cognitive Outcomes. A Meta-Analysis. In: *Journal of Educational Computing Research*, 7(3), S. 251-268.
- Lowe, R., & Schnotz, W. (Eds.). (2008). *Learning with animation: Research implications for design*. Cambridge University Press.
- Malberger, L. (2018): Wir verlernen die Handschrift. In: *Die Zeit* (14.04.2018). <https://www.zeit.de/wissen/2018-04/schreiben-handschrift-digitalisierung-hirnforschung-neurologie> [31.12.2021].
- Mayer, R. E. (2001): *Multimedia learning*. Cambridge.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (1998): A split-attention effect in multimedia learning: Evidence for dual processing systems in working memory. In: *Journal of Educational Psychology*, 90(2), 312-320
- Mitzlaff, H. (2010): ICT in der Grundschule und im Sachunterricht. Gestern – heute – morgen – Ein Blick zurück nach vorne. In: Peschel, M. (Hrsg.): *Neue Medien im Sachunterricht. Gestern – Heute – Morgen*. Baltmannsweiler, S. 7-29.
- mpfs (Hrsg.) (2019): *KIM-Studie 2018*. Stuttgart.
- mpfs (Hrsg.) (2021): *KIM-Studie 2020*. Stuttgart.
- Oberrauch, A., Jekel, T. & Breiffuss-Horner, C. (2022): Geographische Bildung in digitalen Kulturen: Lehrer*innenperspektiven auf die Digitalisierung von (geographischer) Bildung. In: Pettig, F. & Gryl, I. (Hrsg.): *Geographische Bildung in einer Kultur der Digitalität*. Berlin
- Peschel, M. (Hrsg.) (2016): *Mediales Lernen. Beispiele für eine inklusive Mediendidaktik*. Kinder. Sachen. Welten. Baltmannsweiler.

- Peschel, M. (2018): Digitales Lernen vs. analoges Lernen – Digitale Bildung in einer analogen Welt oder: Bildung für eine Welt mit digitalen Medien. In: *Grundschule aktuell*, 142, 12-15.
- Peschel, M., Schmoll, I. & Bach, S. (2022 i.V.): Mediales Lernen im Sachunterricht am Beispiel von algorithmischen Steuerungsprozessen digitaler Geomedien. In: Gryl, I., Lehner, M., Fleischhauer, T. & Hoffmann K.W. (Hrsg.): *Geographiedidaktik*.
- Prieto, L. P., Villagra-Sobrino, S., Jorin-Abellan, I. M., Martinez-Mones, A. & Dimitriadis, Y. (2011): Recurrent Routines: Analyzing and Supporting Orchestration in Technology-Enhanced Primary Classrooms. In: *Computers & Education*, 57(1), 1214-1227.
- Román-González, M., Pérez-González, J.-C. & Jiménez-Fernández, C. (2017): Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test. In: *Computers in Human Behavior*, 72, 678-691.
- Schaumburg, H., Gerick, J., Eickelmann, B., Bos, W. & Labusch, A. (2019): Nutzung digitaler Medien aus der Perspektive der Schülerinnen und Schüler im internationalen Vergleich. In: Eickelmann, B., Bos, W., Gerick, J., Goldhammer, F., Schaumburg, H., Schwippert, K., Senkbeil, M. & Vahrenhold, J. (Hrsg.): *ICILS 2018 #Deutschland Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking*. Münster: Waxmann, S. 241–70.
- Schwill, A. (2001): Ab wann kann man mit Kindern Informatik machen? Eine Studie über informatische Fähigkeiten von Kindern. In: Keil-Slawik, R. & Magenheimer, J. (Hrsg.) (Hrsg.): *Informatikunterricht und Medienbildung*. INFOS 2001 9, Bonn, S. 1-30.
- Schworm, S. & Haider, M. (2021): Digitale Medien und Medienkompetenz in der Grundschule. In: Haider, M. & Knoth, S. (Hrsg.): *Digitale Medien im Sachunterricht der Grundschule in Theorie und Praxis*. Hamburg, S. 4-6.
- Stalder, F. (2016): *Kultur der Digitalität*. Berlin.
- Steinbicker, J. (2011): Informationsgesellschaft. In: Mau, S. & Schöneck, N. M. (Hrsg.) (2011): *Handwörterbuch zur Gesellschaft Deutschland*. Wiesbaden, S. 408-421.
- Straube, P., Brämer, M., Köster, H. & Romeike, R. (2019): Eine digitale Perspektive für den Sachunterricht? Fachdidaktische Überlegungen und Implikationen. In: [www.widerstreit-sachunterricht.de/Ausgabe Nr. 24 / Oktober 2018](http://www.widerstreit-sachunterricht.de/Ausgabe_Nr._24/Oktober_2018). <https://www.widerstreit-sachunterricht.de/ebene1/superworte/zumsach/straubeetal.pdf> [31.12.2021].
- Tamim, R. M., Bernard, R. M., Borokhovski, E., Abrami, P. C. & Schmid, R. F. (2011) What Forty Years of Research Says About the Impact of Technology on Learning: A Second-Order Meta-Analysis and Validation Study. *Review of Educational Research*. 2011; 81(1):4-28. doi:10.3102/0034654310393361 [31.12.2021].
- Terhart, E. (2011): Lehrerberuf und Professionalität. Gewandeltes Begriffsverständnis – Neue Herausforderungen. In: Helsper, W. & Tippelt, R. (Hrsg.): *Pädagogische Professionalität*. Weinheim, S. 202-224.
- Tillmann, A. & Bremer, C. (2017): Einsatz von Tablets in Grundschulen. In: Bastian, J. & Aufenanger, S. (Hrsg.): *Tablets in Schule und Unterricht. Forschungsmethoden und -perspektiven zum Einsatz digitaler Medien*. Wiesbaden, S. 241-276.
- Valtonen, T., Sointu, E. T., Mäkitalo-Siegl, K., & Kukkonen, J. (2015): Developing a TPACK measurement instrument for 21st century pre-service teachers. In: *Seminar.net*, Vol. 11, Iss 2, S. 87-100.
- Weigend, M. (2009): Algorithmik in der Grundschule. In: Koerber, B. (Hrsg.): *Zukunft braucht Herkunft – 25 Jahre „INFOS - Informatik und Schule“*, Bonn, S. 97-108.
- Williamson, B. (2017): *Big data in education*. London.
- Wyeth, P., & Wyeth, G. (2008): Robot Building for Preschoolers. In: Visser, U., Ribeiro, F., Ohashi, T. & Dellaert, F. (Hrsg.): *RoboCup 2007: Robot Soccer World Cup XI (Bd. 5001)*. Berlin, Heidelberg, S. 124-135.
- Zwingenberger, A. (2009): *Wirksamkeit multimedialer Lernmaterialien. Kritische Bestandsaufnahme und Metaanalyse empirischer Evaluationsstudien*. Münster.