

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, 275 S.



Quellenangabe/ Reference:

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, 275 S. - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-344985 - DOI: 10.25656/01:34498; 10.35468/6203

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-344985>

<https://doi.org/10.25656/01:34498>

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, abwandeln 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
Ludger Humbert (Hrsg.)

Informatische Bildung in der Grundschule

Befunde, Diskussionen, Erfahrungen

Grey / Schmitz / Gryl / Best /
Kuckuck / Humbert
Informatische Bildung
in der Grundschule

Jan Grey
Denise Schmitz
Inga Gryl
Alexander Best
Miriam Kuckuck
Ludger Humbert
(Hrsg.)

Informatische Bildung in der Grundschule

Befunde, Diskussionen, Erfahrungen

Verlag Julius Klinkhardt
Bad Heilbrunn • 2025

k

Das Projekt wurde gefördert durch das Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen.

Impressum

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

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

2025. Verlag Julius Klinkhardt.

Julius Klinkhardt GmbH & Co. KG, Ramsauer Weg 5, 83670 Bad Heilbrunn, vertrieb@klinkhardt.de.

Coverabbildung: © Jan Grey / ChatGPT.

Satz: Elske Körber, München.

Druck und Bindung: AZ Druck und Datentechnik, Kempten.

Printed in Germany 2025. Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem alterungsbeständigem Papier.



Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt.

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

ISBN 978-3-7815-6203-5 digital

doi.org/10.35468/6203

ISBN 978-3-7815-2741-6 print

Inhalt

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

Herausforderungen und Möglichkeiten
informatischer Bildung in der Grundschule..... 7

Politische und (fach-)didaktische Diskussionen

Ludger Humbert

Das Schulfach Informatik in der Grundschule –
notwendig oder „nice to have“..... 27

Denise Schmitz

Grundschullehrkräfte zwischen
informatischer Bildung und Medienbildung..... 41

Markus Peschel und Inga Gryl

Digital Literacy in der Modelldiskussion – Modellierung einer
grundlegenden Bildung in der Digitalität für das Fach Sachunterricht 51

Marisa Holzapfel und Nadine Dittert

Kreativität und informatische Bildung im Sachunterricht 65

Jan Grey und Inga Gryl

Organisationale Diffusion informatischer Bildung
für die Lehrkräftebildung und den grundschulischen Unterricht. 75

Empirische Befunde zur Einbettung

*Michael Lachetta, Denise Schmitz, Michael Morawski,
Ludger Humbert und Miriam Kuckuck*

Einschätzungen von Grundschullehrkräften
zur Relevanz von informatischer Bildung in der Grundschule 93

Katharina Geldreich

Programmieren in der Grundschule: Auswirkungen auf Schüler:innen ... 110

<i>Katharina Asen-Molz und Mirjam Wenzel</i>	
„Sicher surfen?!” – über das Interesse angehender Lehrkräfte an Informatik, Politik und deren Verbindung	125
 Berichte aus der Schul- und Ausbildungspraxis	
<i>Michael Haider und Saskia Knoth</i>	
Informatische, technische und fachübergreifende Kompetenzen motivierend fördern – Der Einsatz von Robotiksystemen zur Kompetenzförderung	137
<i>Saskia Knoth und Michael Haider</i>	
Informatische Kompetenzen durch Umsetzung von selbstentwickelten Unterrichtskonzepten im Sachunterricht stärken – Ein Seminar-Konzept für angehende Grundschullehrkräfte	143
<i>Martin Fricke und Klaus Killich</i>	
Informatische Grundbildung in der Primarstufe und im Jahrgang 5 gestalten.	155
<i>Anette Bentz</i>	
Interaktive und spielerische Einführung in algorithmische Denkweisen	175
<i>Luisa Greifenstein, Ute Heuer und Gordon Fraser</i>	
Mehrperspektivische Unterstützung von Grundschulkindern beim Erwerb informatischer Kompetenzen am Beispiel der Programmierung von Stickmustern.	193
<i>Ira Diethelm und Christian Borowski</i>	
Zwölf Jahre Internetspiel.	213
<i>Nadine Bergner, Martin Fricke, Ludger Humbert und Denise Schmitz</i>	
Informatik kommt in die Grundschule	231
<i>Nadine Bergner, Christin Nenner und Justin Ritter</i>	
Fächerverbindende Unterrichtseinheiten zur informatischen Bildung in den Grundschulfächern Sachunterricht, Sport, Deutsch, Kunst und Ethik.	250
Autor:innenverzeichnis	271

*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 informative 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 informatische 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 informatische 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 informatische Bildung als zusätzliches Fach in die Stundentafel aufgenommen wird, wie bspw. die Einbettung des Fachs *Computing* in England zeigt (GOV UK 2013). Andererseits kann informatische 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 informatische 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 verschrankt 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-informatische 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 sachunterrichts-didaktischer 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 informatische (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 informatische 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, informatische 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 Be- trachtung 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 informatische 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. Bentsch 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, informatische Bildung fächerverbindend mit allen Fächern der Grundschule zu betrachten, um informatische 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. informatische 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 Sonderschulen. Online unter: https://www.iris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2024_II_204/BGBLA_2024_II_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://gfmediawissenschaft.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. Morgenheim & 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 Kompetenzselbsteinschätzungen 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

Politische und (fach-)didaktische Diskussionen

Das Schulfach Informatik in der Grundschule – notwendig oder „nice to have“

Abstract

Bereits in der Frühzeit der Einrichtung erster Informatikstudiengänge in den Vereinigten Staaten von Amerika und Dänemark finden sich Überlegungen zur Notwendigkeit, Informatik einen Platz in der Allgemeinbildung zuzugestehen. Diese Überlegungen finden ihren Ausdruck in Unterrichtsmaterialien und ersten Schulbüchern. Viele der Materialien wurden ohne die Notwendigkeit des Einsatzes von Informatiksystemen erstellt. Auch daher ist ein Blick in diese Überlegungen heute noch gewinnbringend.

Die Argumentation führt zu der Forderung nach dem Hauptfach Informatik, um so auf einer fachlich ausgewiesenen Basis zeitlos gültige Elemente der Wissenschaft Informatik für Schüler:innen aufschließbar und mit Lebensweltbezug gestalten zu können. Daher kommt der hinter der Forderung nach einer Verankerung im schulischen Pflichtbereich auch die fachmethodische und fachdidaktische Argumentation aus der Frühzeit eine bis heute bedenkenswerte Rolle zu.

In der Diskussion zur Einrichtung erster Informatikstudiengänge in den Vereinigten Staaten von Amerika und Dänemark (ab ca. 1960) finden sich Überlegungen zur Notwendigkeit, Informatik einen Platz in der Allgemeinbildung zuzugestehen (G.E. Forsythe 1963). Diese Überlegungen führen zu ersten Schulbüchern (A.I. Forsythe u.a. 1969; Balzert 1976, 1978) und zu Materialien für das Unterrichten von Informatik (DVV – Pädagogische Arbeitsstelle 1984; UVM – Undervisningsministeriet 1985). Viele dieser Materialien wurden ohne die Notwendigkeit des Einsatzes von Informatiksystemen zur Unterstützung der Entwicklung von Informatikkompetenzen bei den Schüler:innen erstellt. Auch deshalb ist ein Blick in diese Überlegungen heute durchaus gewinnbringend.

1 Was ist Informatik?

Die Etablierung der Informatik als eigenständige, wissenschaftliche Disziplin durch Herauslösung aus anderen Wissenschaften (in Deutschland namentlich der Mathematik, der Physik, der Elektrotechnik und den Wirtschaftswissenschaften) wird begleitet von Begründungen zur Eigenständigkeit. Zugleich

finden wir zu diesem Zeitpunkt deutliche Hinweise auf die bildende Qualität der Informatik. Im angelsächsischen Sprachraum wird die Wissenschaft *Informatik* mit *Computer Science* (CS) bezeichnet¹. Für unseren Zusammenhang ist die Aussage, die 1991 in einem Beitrag mit dem Titel: *Computer SCIENCE and Mathematics in the Elementary Schools* – und damit bezogen auf die Grundschule – veröffentlicht wurde, bedeutsam: „In der Informatik geht es nicht um Maschinen, genauso wie es in der Astronomie nicht um Teleskope geht“ (Fellows 1991, 2; Übersetzung durch den Autor)².

In dem Beitrag *SIGACT trying to get children excited about CS* wird die Art der notwendigen Auseinandersetzung aller Schüler:innen mit der Informatik weiter spezifiziert:

„Was sollen unsere Kinder – die Öffentlichkeit der Zukunft – in den Schulen über Informatik lernen? Wir müssen mit dem Mythos aufräumen, dass es in der Informatik um Computer geht. In der Informatik geht es genauso wenig um Computer wie in der Astronomie um Teleskope, in der Biologie um Mikroskope oder in der Chemie um Becher und Reagenzgläser. In der Wissenschaft geht es nicht um Werkzeuge, sondern darum, wie wir sie nutzen und was wir dabei herausfinden“ (Fellows & Parberry 1993, 7; Übersetzung durch den Autor).

Gerade dem letzten Punkt widmen wir uns – ebenfalls aus historischer Perspektive – in Abschnitt 3.3.

2 Was macht die Informatik?

Um eine Wissenschaft zu charakterisieren, sind der Gegenstand (oder die Gegenstände) und die Methoden, mit denen die Wissenschaft arbeitet, deutlich zu bestimmen. Für die Informatik kann festgestellt werden, dass *Informatik* ein Kofferwort aus *Information* und *Automatik* darstellt. Eine einfache Definition stellt den Zusammenhang her: in der Informatik geht es um die automatische Verarbeitung von Information. Ob Information tatsächlich durch Automaten verarbeitet werden kann, ist davon abhängig, wie der Begriff Information definiert wird. Daher werden die Begriffe Daten, Wissen und Information in Abschnitt 3 näher betrachtet. Die Definition von Informatik wurde 1957 von Karl Steinbuch vorgenommen, der mit dem „Informatiksystem Quelle“ im SEG-In-

1 Die Bezeichnung ist geschichtlich bedingt und wird auch kritisch gesehen: „Computing science follows this paradigm in studying information processes. The European synonym for computer science – informatics – more clearly suggests the field is about information processes, not computers“ (Denning 2005, 28).

2 Das Zitat wird fälschlich dem niederländischen Informatiker Edsger W. Dijkstra zugeschrieben, der vergleichbare Aussagen gemacht hat (siehe *Disputed* in: https://en.wikiquote.org/wiki/Computer_science).

formatikwerk³ eines der ersten Informatiksysteme entwickelt (Steinbuch 1957). Wie die seinerzeitige Berichterstattung zu den damit verbundenen Prozessen (und Einschätzungen), die wir mit Informatisierung bezeichnen (Nora & Minc 1979), deutlich macht, fehlen offensichtlich geeignete Charakterisierungen für die damit geleistete Arbeit (Der Spiegel 1958). In der öffentlichen Diskussion wird aktuell für diese Prozesse der Begriff *Digitalisierung* verwendet. Eine Begründung zur fachlich falschen Verwendung des Begriffs *Digitalisierung* findet sich in dem Beitrag von Schmitz im vorliegenden Sammelband.

3 Ingredienzien der informatischen Bildung

Um klar herauszuarbeiten, welche bildende Kraft der Informatik zufällt, gilt es zunächst, Begriffsklärungen vorzunehmen (siehe Abschnitt 3.1), um dann der informatischen Modellierung, dem „Herz der Informatik“ die notwendige Aufmerksamkeit zu schenken (siehe Abschnitt 3.2).

3.1 Daten, Wissen, Information

In den Überlegungen zur Begrifflichkeit kommt der Information eine zentrale Rolle zu – ein Begriff, der eine gewisse Unschärfe aufweist und daher als Gegenstand zu ggf. fehlerhaften Interpretationsmöglichkeiten geradezu einlädt.

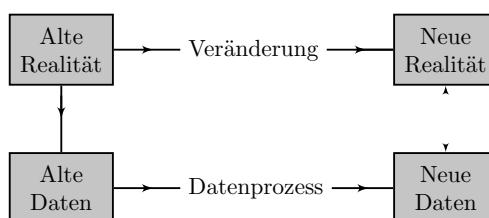


Abb. 1: Information → Daten → Datenverarbeitung → Daten → Information (nach Caeli 2018, 17; Übersetzung durch den Autor)

Also gilt es zunächst, den Begriff Information auszuschärfen und damit seiner Beliebigkeit zu begegnen: In der Wissenschaft Informatik gehen wir von *Daten* aus, die immer eine syntaktische Dimension haben, da sie gemäß gewisser Regeln erzeugt werden⁴. Die folgende semantische Ebene wird mit dem Be-

3 SEG – Standard Elektrik AG

4 Bezuglich des Begriffs Daten sind sich die Informatiker:innen einig. Allerdings existieren verschiedene, konkurrierende Ansätze zur Einordnung der Begriffe Wissen und Information. Wir verwenden hier die von der Informationswissenschaft aufgerichtete Trias Daten, Wissen, In-

griff *Wissen* assoziiert, dass den Daten auf dieser Ebene eine Bedeutung zugeordnet wird. Betrachten wir Daten als „Fakten“, kommen mit dieser Ebene Beziehungen – ja: ein Beziehungsgeflecht – zwischen den „Fakten“ dazu. Auf der letzten Ebene wirken die so bedeutungstragenden Daten und führen zu Aktionen bei denen, die die Ergebnisse zur Entscheidungsfindung heranziehen. Diese Ebene wird fachlich mit Pragmatik bezeichnet und in dieser Sicht als *Informationsebene* ausgewiesen. Diese Zusammenhänge wurden nach unserer Kenntnis erstmalig in (Naur 1966) dargestellt (siehe Abb. 1) und erläutert:

„Wir beginnen mit der Realität. Wir sind an einer Veränderung dieser Realität interessiert. Aber es ist oft so unbequem, direkt in eine neue Realität überzugehen. Deshalb machen wir einen Übergang zu Daten
→ operieren mit diesen Daten
→ führen einen Datenprozess durch
→ holen einige neue Daten
mit einem entsprechenden Bezug zur neuen Realität. Mit Datenprozessen gewinnen wir Einblick in den möglichen Lauf der Welt. Wir simulieren eine neue Realität.“
(Naur 1966 zit. nach Caeli 2018, 17; Übersetzung durch den Autor)

Einige dieser Überlegungen wurden in (Humbert 2019) diskutiert.

3.2 Informatische Modellierung

Informatik dient der Transformation lebensweltlicher Situationen und damit zusammenhängender Probleme von der Informationsebene in die Datenebene, einer Prozessierung auf der Datenebene und der Interpretation der sich dadurch ergebenden neuen Daten. Auf der Ebene der Prozessierung werden Operationen auf den Daten durchgeführt, die im Ergebnis zu neuen Daten führen, die als Information auf der pragmatischen Ebene zur Problemlösung beitragen. Die Form der Problemlösung durch die Bereitstellung und Nutzung von Algorithmen und Daten(strukturen) ist nicht neu, wohl aber die Abarbeitung der Algorithmen auf den Daten durch Informatiksysteme, die eine automatische Datenverarbeitung ermöglichen.

Der beschriebene Prozess stellt das „Herz der Informatik“ dar. Im Unterschied zu anderen (deskriptiven) Modellierungen vor allem in den Naturwissenschaften wird durch die informatische Modellierung „die Welt verändert“. Dieser Prozess kann nur durch eigene kreativ-konstruktive Erfahrungen so durchdrungen werden, dass ein reflexiver Umgang mit den informatischen Modellierungen Dritter eröffnet wird. Da es sich um einen zyklischen Prozess handelt, erhalten wir einen informatischen Modellierungskreis (vgl. Abb. 2).

formation (Kuhlen 2013; zum Begriff Information vergleiche auch Weizenbaum 2001, 5–6). Andererseits sind die Begriffe Syntax, Semantik und Pragmatik sowohl in ihrer Bedeutung als auch in der Beziehung zueinander in der Informatik konsensfähig.

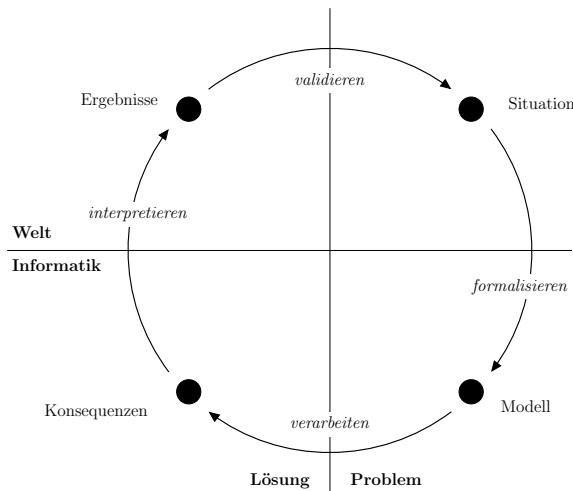


Abb. 2: Modellierungskreis der Informatik (Humbert, Best u. a. 2020a, 92)

Im Rahmen des Pilotprojekts *Informatik an Grundschulen* (IaG) wurde die informatische Modellierung als unterrichtsplanungsleitendes Prinzip weiterentwickelt, um die Gestaltung lernförderlicher Szenarien zu ermöglichen (Humbert, Magenheim u. a. 2020b, 109; (KR04-KR05) – Modul Kryptologie – Handreichung für Lehrkräfte).

3.3 Menschen, Probleme, Werkzeuge

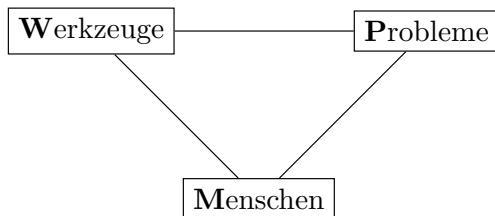


Abb. 3: People, problems, and tools as fundamental elements in problem solving (Caeli 2021, 48; Übersetzung durch den Autor)

Der „Weltsicht“ auf Menschen, Probleme und Werkzeuge, die im Informatikkontext und vor allem aus der informatikdidaktischen Perspektive zu berücksichtigen sind, fällt eine zentrale Rolle zu. Auch hier werden wir bereits bei

Naur fündig: Peter Naur erläutert 1965 die Kanten (Verbindungen zwischen den Knoten) der Abb. 3:

- [WP] Werkzeuge zur Lösung von Problemen, die niemand als Probleme versteht, sind bedeutungslos.
- [PM] Probleme existieren nur aufgrund des menschlichen Bewusstseins.
- [MW] Werkzeuge existieren nur dann als Werkzeuge, wenn manche Leute sie für geeignet halten, um Probleme zu lösen.

Elisa Nadire Caeli betrachtet in ihrer Dissertation die aktuellen Überlegungen, *computational thinking* als verpflichtendes Element in der Schule zu etablieren. Sie analysiert historische Quellen auf Beiträge zur aktuellen Diskussion und erläutert die Abb. 3 im Kontext der Gestaltung von Lehr-/Lernprozessen (Caeli 2021, 55; Übersetzung durch den Autor):

- [WP] Werden die Werkzeuge verwendet, um Probleme zu lösen, die die Lernenden/Studierenden als Probleme verstehen?
- [PM] Lösen Lernende/Studierende wissentlich ein Problem, das für den Menschen relevant ist?
- [MW] Verstehen Lernende/Studierende Werkzeuge als geeignete Dinge, um Probleme zu lösen, und denken sie darüber nach?

Elisa Nadire Caeli dokumentiert die Einschätzung von Peter Naur zur Nutzung von Werkzeugen im Informatikunterricht:

„Darüber hinaus veranschaulichte Naur anhand des Dreiecksmodells aus Menschen, Problemen und Werkzeugen [siehe Abb. 3], wie diese drei Elemente interagieren und dass die Konzentration beispielsweise auf die Programmierung als Werkzeug unsere Kreativität einschränken könnte. Daher können Schüler:innen, anstatt Werkzeugnutzung zu lernen, von informatiksystemfreien Lernszenarien profitieren, um ihr Denken auf kreative Weise zu entwickeln, die losgelöst von bestimmten Werkzeugen ist.“ (Caeli 2021, 64; Übersetzung durch den Autor)

Diese Einschätzung haben wir zum Anlass genommen, weiter zu recherchieren und in der Folge den Beitrag (Humbert u.a. 2018) zusammengestellt, der auf (Kay 1991a) bzw. (Kay 1991b) verweist. Alan Kay hat mit der Vision eines Tablet-Informatiksystems für Kinder (Kay 1972) und der Entwicklung der Programmiersprache Smalltalk (als Squeak heute auch für Schüler:innen in der Grundschule im Einsatz; Ingalls u.a. 1997) konstruktive Nutzungsmöglichkeiten von Informatiksystemen für die Integration in Bildungsprozessen ersonnen. Andererseits formuliert er aber sehr deutlich: „Jeder weiß, daß die Musik nicht im Klavier steckt. Sie entspringt dem Menschen – seinem Bedürfnis, Stimmungen, Empfindungen und Vorstellungen auf besondere Weise, nämlich durch Melodien, Rhythmen und Harmonien zu gestalten und mitzuteilen“ (Kay 1991b, 136). Joseph Weizenbaum macht deutlich, dass Lehrkräfte

in die Lage versetzt werden müssen, die informatische Modellierung zu verstehen, um die Zukunft bewältigen zu können:

„[...] dass man mit Hilfe von Computersimulationen viele Phänomene veranschaulichen und erklären kann, die sonst ziemlich kompliziert zu erklären sind und oft keine eigene visuelle Realität haben. Und in der Tat ist die Modellbildung eine Grundform der Arbeit mit dem Computer. Das können mathematische oder physikalische, aber auch soziale, wirtschaftliche oder psychologische Modelle sein. Wichtig ist nun aber, dass man sich darüber im Klaren ist, was ein Modell ist, was es leisten kann und was es nicht ist bzw. wo seine Grenzen sind. [...] Dabei war wichtig, was in dieses Modell eingebaut wurde. Noch wichtiger aber ist, was bei der Modellbildung unberücksichtigt geblieben ist. [...] Ohne zu übertreiben, halte ich dies für die wichtigste Erkenntnis, die ein Lehrer, der Computersimulation einsetzt, vermitteln kann, nämlich deutlich zu machen, wo die Grenzen der jeweiligen Modelle liegen. Das gilt in ganz besonderem Maße für die Simulation gesellschaftlicher oder psychologischer Prozesse.“ (Weizenbaum 1988, 4–5)

„Eine Frage, eine ganz wichtige Frage, ist die folgende: Auf welcher Ebene wollen wir den Kindern den Computer erklären? Auf englisch gesagt: At what level of explanation? Sollen wir ihnen erklären, wie man ein Computerspiel, vielleicht einen Flugzeugsimulator, der viel Spaß machen könnte, bedient? Sollen wir den Kindern den Computer auf dieser Ebene erklären? Dann kann man vielleicht etwas sagen über Computersprachen, besonders höhere Computersprachen. Wie funktioniert der Computer, daß er diese Sprache versteht? Dann gibt es das, was wir machine language, also Maschinensprache nennen – ja, und wie funktioniert das? Da muß man die Schalter des elektrischen Gerätes, seine Architektur, erklären. Das ist nicht besonders schwer, muß ich sagen, aber man muß sich entscheiden, man muß sagen: Diese Ebene wollen wir. Wenn man das gesagt hat, muß man auch seine Idee verteidigen, indem man begründet, daß es gerade diese Ebene der Erklärung ist, mit der man beginnen bzw. aufhören sollte. Warum gerade diese Ebene? Wenn man sagt: Nein, sie sollten auch lernen, wie diese Schalter und diese Architektur funktionieren, dann dauert es nicht lange, bis wir in der Quantenmechanik – ich meine das ganz ernst –, bis wir in der Physik sind.“ (Weizenbaum 2001, 81–82)

Über Fragen der Zielstellung hinaus stellt sich die Frage nach dem „Warum“. Diese Frage wird bereits vor zwei Generationen gestellt und es werden Antworten gegeben:

„Bezüglich der Frage, warum Informatik in die Schule gehört, habe ich herausgefunden, dass Peter Naur vor 50 bis 60 Jahren argumentierte, dass jeder lernen sollte, Daten, ihre Natur und ihre Verwendung in einer demokratischen Gesellschaft zu verstehen. Seine Begründung war, dass die Informatik, ähnlich wie das Sprachenlernen und die Mathematik, ein wichtiges Hilfsmittel für eine Reihe allgemeiner Aktivitäten ist, die für unser allgemeines Leben und für alle Disziplinen relevant sind. Er erklärte, dass die Menschen die Informatik verstehen müssen, um Entscheidungen in unserer Gesellschaft beeinflussen zu können, und erklärte daher – veranschaulicht

durch Beispiele, wie sich die Informatik auf das Leben aller Menschen aus seiner eigenen Zeit und der von ihm erwarteten Zukunft auswirkt –, dass dieses Verständnis in der Pflichtschulbildung vermittelt werden sollte.“ (Caeli 2021, 62–63; Übersetzung durch den Autor)

Alexander B. Cannara und Stephen A. Weyer stellen 1974 fest,

„[Informatik] hat für die Bildung im *Primarbereich* viel zu bieten:

1. das Konzept, dass Ideen als Anweisungssequenzen formalisiert werden können,
2. Methoden zur Modellierung von Prozessen der realen Welt, und
3. Metaphern zur Verknüpfung von maschineller Daten- und menschlicher Informationsverarbeitung.“

(Cannara & Weyer 1974, 272; Übersetzung durch den Autor)

Dass die frühen Überlegungen von Peter Naur – obwohl klar am Fach, an der Wissenschaft Informatik orientiert – durchaus eine klare erziehungswissenschaftliche Zielstellung aufweisen, dokumentiert Elisa Nadire Caeli sehr deutlich – auch die Einschätzung, dass Änderungen im Bildungssystem Jahrzehnte benötigen, um wirksam zu werden, findet sich bereits in den frühen Texten:

„Der Großteil meiner historischen Studien konzentriert sich auf Naurs fachspezifische Bildungstheorien. Diese Theorien können als Fortsetzung von Klafkis allgemeinpädagogischen Theorien gesehen werden, da sie beide gesellschaftliche und demokratische Gründe für die Einbeziehung von Fächern in die Pflichtschulbildung in einer allgemeinen Bildungsperspektive und nicht für spezifische Berufsziele betonen. Darüber hinaus betonen sowohl Klafki als auch Naur die Projektaktivität im Hinblick auf die Entwicklung von Kompetenzen in einem anwendungsorientierten Kontext, anstatt sich Wissen oder Lernkonzepte außerhalb ihres Kontexts anzueignen. Dies ist einer der Gründe, warum Naurs fachdidaktische Theorien für eine kritisch-konstruktive Bildungsperspektive gut geeignet und wertvoll sind. Naur rechnete damit, dass es Jahrzehnte dauern würde, bis das Fach Datalogie in die Pflichtschule aufgenommen werden würde. Obwohl Pioniere den Grundstein für das Fach legten und Lösungsansätze für Herausforderungen detailliert beschrieben, beschlossen Politiker und Entscheidungsträger in Dänemark, das neue Fach nicht umzusetzen. Heute besteht jedoch ein erneutes Interesse an einem ähnlichen Thema [...], das darauf abzielt, dass jeder digitale ‚Technologien‘ versteht. Daten sind ein unvermeidliches Thema, und in dieser Hinsicht ist Naurs Denken wertvoll und inspirierend.“ (Caeli 2021, 64; Übersetzung durch den Autor)

4 Fazit der historischen Betrachtungen

Parallel zur Etablierung der Wissenschaft Informatik werden Überlegungen zum Bildungswert dieses Faches angestellt. Da Informatik sowohl strukturwissenschaftliche wie auch ingenieurwissenschaftliche aber auch – bezogen auf die Auswirkungen informatischer Modellierungen auf die Welt – sozial- und

gesellschaftswissenschaftliche Eigenschaften aufweist, führt jede Zuordnung zu etablierten Schulfächern zu Abstrichen und läuft damit der dem Fach innewohnenden, aber spezifisch ausgeprägten Multiperspektivität zuwider – ja: konterkariert geradezu die aus dem Fach entspringende Weltsicht.

Aus den Überlegungen von Peter Naur und Alan Kay werden konkrete Ideen zur Umsetzung in der Schule abgeleitet. An einigen Stellen werden erste curriculare Einflüsse wirksam, die in Dänemark vom Schulministerium durch Unterrichtsmaterialien ergänzt um didaktische Hinweisen entwickelt und disseminiert werden. Allerdings gelingt die Einflussnahme nur sporadisch und wird später oftmals von einer Nutzungsperspektive abgelöst. Doch betonte bereits Peter Naur, dass es einige Jahrzehnte dauern könnte, bis seine Ideen wirksam umgesetzt werden (siehe Abschnitt 3.3).

Alan Kay „erleidet“ das gleiche Schicksal, wie vor ihm bereits Seymour Papert, der den „Krankheiten des Bildungssystems“ durch ein in den Bildungsprozess eingespeistes Informatiksystem (bei Seymour Papert die Programmiersprache Logo) begegnen wollte (Agalianos u. a. 2006, 4).

Als Konsequenz von Bemühungen zur Beförderung der Informatik in der Schule ausschließlich durch die Einbeziehung von Informatiksystemen kann festgehalten werden, dass die von Peter Naur 1965 attestierte Problematik (siehe Abschnitt 3.3, Abb. 3 und seine Erläuterungen) die Werkzeugsicht darstellt und damit zur Bildung nur wenig beizutragen in der Lage ist. Umgekehrt werden die Werkzeuge dann nützlich, notwendig und bildungsförderlich, sobald Schüler:innen im Problemlöseprozess die Notwendigkeit der automatischen Abarbeitung ihrer Überlegungen zur Lösung mittels eines Informatiksystems einschätzen können.

Zentral für die mit der informatischen Bildung einhergehenden Zieldimensionen sind die im Phänomenbereich 3 (Humbert & Puhlmann 2004) angesiedelten Überlegungen, dass Informatikkonzepte auch ohne expliziten Bezug zu Informatiksystemen im Alltag der Schüler:innen eine wichtige Rolle spielen. Hier geraten namentlich regelbasierte Strukturen, wie soziologisch relevante Gruppenphänomene bei/unter Menschen in den Blick; es geht um die Auflösung von Wartesituationen (durchaus bis hin zum Halteproblem; Turing 1936) und damit einhergehend den prinzipiellen Grenzen der Informatik.

Orientieren wir uns bei der curricularen Gestaltung darüber hinaus an den fundamentalen Ideen der Informatik (Schwill 1993), wird deutlich, dass auch hier gilt: das Verständnis für Informatikkonzepte und damit die Entwicklung von Informatikkompetenzen muss für alle Menschen durch altersgemäße Zugangswege ermöglicht werden, also auch im Elementar- und im Primarbereich. Die dargestellten Überlegungen führen in der Konsequenz dazu, dass Informatik als verbindliches Schulfach ab Klasse 1 der Grundschule allen Schüler:innen die Möglichkeiten und Chancen der informatischen Bildung eröffnen kann.

5 Zur Gestaltung von Informatik in der Schule

Wenn wir die in der historischen Perspektive dargestellten Anforderungen als kritisch-konstruktive Gestaltungshinweise für ein zeitinvariantes Bildungsgut betrachten, stellen wir – gerade für den Grundschulbereich – fest, dass in den zurückliegenden fünf bis sechs Jahrzehnten auf der Ebene der Informatikartefakte⁵ gewaltige Veränderungen zu beobachten sind. Sind also die historischen Gestaltungüberlegungen heute überhaupt noch zielführend?

Nun, hier helfen Vergleiche:

- Die Überlegungen von Peter Naur gehen deutlich über die mit dem so genannten *computational thinking* einhergehenden Ansätzen (Wing 2016) hinaus, wie in der Dissertation (Caeli 2021) herausgearbeitet wird. Bereits Naur zeigt in seinen Überlegungen, dass informatische Bildung Teil allgemeinpädagogischer Überlegungen ist und didaktisch-methodisch so zu gestalten ist, dass gesellschaftliche und demokratische Bezugspunkte berücksichtigt werden müssen (siehe Abschnitt 3.3).
- Die mit *Computer Science Unplugged* (Bell, Fellows, und Witten 2006) angestrebten – durchaus zeitinvarianten – Erkenntnisse der Informatik gehen vom Fach und den Denkzeugen des Faches aus (Haefner u.a. 1987) – das Sinnkriterium der fundamentalen Ideen der Informatik (Schwill 1993) fordert hingegen, dass Problemsituationen der Schüler:innen als Bezugspunkt (auch für einen gelingenden Informatikunterricht) berücksichtigt werden müssen.
- Informatische Modellierung als Herzstück der Informatik (Thomas 2002) und einer prozessorientierten Charakterisierung der Arbeit im Fach, wie von Humbert und Puhlmann (2004) dargestellt wird, hat in der Informatik Tradition: der Querschnittsfachausschuss „Modellierung“ der Gesellschaft für Informatik, der seit 1998 die gleichnamige Tagung durchführt.
- Mit dem Pilotprojekt *Informatik an Grundschulen* (IaG) wurde erfolgreich die Umsetzung der in (MSB-NW 2017) dokumentierten Projektziele ohne den Einsatz von Informatiksystemen realisiert und evaluiert. Die Erweiterung um einen sinnvoll gestalteten Informatiksystemeinsatz konnte ebenfalls erprobt werden, so dass gerade für Grundschulen Umsetzungsvorschläge zur Entwicklung von Informatikkompetenzen bei Schüler:innen gezeigt werden konnten.
- Allerdings stellt sich das bereits an anderer Stelle verdeutlichte Problem der Qualität der Qualifikation der Lehrkräfte (Haselmeier u.a. 2016; Haselmeier 2018, 2019). Dazu wurde eine GI-Empfehlung verabschiedet, die dem Einfluss der Informatik auf alle Bereiche der Arbeit aller Lehrkräfte auf einer

⁵ Als Artefakte werden Ergebnisse der Arbeit von Informatiker:innen bezeichnet – dazu gehören die Elemente der Modellierung in Form von Informatiksystemen.

wissenschaftlichen Basis in der ersten Phase der Lehrkräftebildung Rechnung trägt (Diethelm 2021).

6 Internationale Entwicklungen

Als Konsequenz der bisher angestellten Überlegungen stellt sich die Frage: Gibt es internationale Entwicklungen, die unsere Erkenntnisse berücksichtigen?

In England wurde mit dem Schulfach *Computing* ab Klasse 1 der Grundschule ein eigenständiges Fach eingeführt, das durchgängig die komplette Bildungsbiographie begleitet. In Singapur beginnt Informatik bereits in der Vorschule (Landtag Nordrhein-Westfalen 2015, 4). „The Japan News“ dokumentiert (The Yomiuri Shimbun 2016), dass in Japan Informatik ab der Grundschule verpflichtend eingeführt wird.

In vielen Ländern wurde in den zurückliegenden Jahren Informatik als verpflichtendes Element der allgemeinen Bildung ab der Grundschule etabliert, oder es wurde beschlossen, dies zu tun: Schweiz, UK, Polen, Slowakei, Slowenien, USA, Indien, Südkorea, Israel, Australien und Neuseeland (nach Baumgartner u.a. 2016, 108–109). Mit Serbien führt ein weiteres europäisches Land Informatik als verpflichtendes Schulfach ab der Grundschule ein (Ivanji 2020) die Liste der Länder, die in den zurückliegenden Jahren einen (eigenständigen) Pflichtbereich zur Etablierung informatischer Bildung ab der Grundschule eingerichtet haben bzw. dies planen, wird länger und länger.

7 Resümee

Informatik stellt mit der informatischen Modellierung eine konstruktive Möglichkeit zur Gestaltung der Welt bereit. Die analytische Dimension eröffnet den Horizont zum Verstehen, während Gestaltungsüberlegungen die Selbstwirksamkeit erfolgreich auf der operativen Ebene umsetzbar Änderungen zur Folge haben (Humbert & Müller 2023). Die Wirkmacht der Informatik als Bildungsgut kann letztlich nur bildungsbegleitend mit einem sowohl fachlich fundierten als auch auf die konkrete Lebenswelt bezogenen Informatikunterricht durch die komplette Bildungsbiographie erfolgreich eingelöst werden. Integrative Ansätze sind gescheitert, da eine fachlich ausgestaltete Grundlage bei den Lehrkräften und in der Folge bei den Schüler:innen unzureichend entwickelt wurde.

Literatur

- Angelos, A., Whitty, G. & Noss, R. (2006): The Social Shaping of Logo. In: Social Studies of Science, 36(2), 241–267.
- Balzert, H. (1976): Informatik: 1. Vom Problem zum Programm – Hauptband. München: Hueber-Holzmann Verlag.
- Balzert, H. (1978): Informatik: 2. Vom Programm zur Zentraleinheit – Vom Systementwurf zum Systembetrieb – Hauptband. München: Hueber-Holzmann Verlag.
- Baumgartner, P., Brandhofer, G., Ebner, M., Gradinger, P. & Korte, M. (2016): Medienkompetenz fördern – Lehren und Lernen im digitalen Zeitalter. In: M. Bruneforth, L. Lassnigg, S. Vogtenhuber, C. Schreiner & S. Breit (Hrsg.): Nationaler Bildungsbericht Österreich. Band 1. Graz: Leykam, 95–131.
- Bell, T., Fellows, M. & Witten, I. (2006): Computer Science Unplugged. Online unter: <https://t1p.de/4y242> (Abrufdatum 11.12.2023).
- Caeli, E. (2018): Datalogi som menneskelig aktivitet: Et oplæg om Peter Naur. Online unter: <https://t1p.de/uild> (Abrufdatum 11.12.2023).
- Caeli, E. (2021): Computational Thinking in Compulsory Education: Why, What, and How?: A Societal and Democratic Perspective. PhD Dissertation, Aarhus, DK: Graduate School at the Faculty of Arts, Aarhus University.
- Cannara, A. B. & Weyrer, S. A. (1974): A Study of Children's Programming. In: K. Brunnstein, K. Haefner & W. Händler (Hrsg.): Rechner-Gestützter Unterricht: RGU '74 – Fachtagung; 12. bis 14. August 1974 Hamburg. Wiesbaden: Springer, 272–281.
- Denning, P. J. (2005): Is Computer Science Science? In: Communication of the ACM, 48(4), 27–31.
- Der Spiegel (1958): Das Hirn. In: Der Spiegel, 12(10).
- Diethelm, I. (2021): Informatische Bildung für alle Lehrkräfte – Position des GI-Arbeitskreises Lehrkräftebildung. In: L. Humbert (Hrsg.): Informatik – Bildung von Lehrkräften in allen Phasen: 19. GI-Fachtagung Informatik und Schule; 8. bis 10. September 2019 Oldenburg. Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), 311.
- DVV – Pädagogische Arbeitsstelle (1984): Das VHS-Zertifikat Informatik – Informationsbroschüre mit Lernzielkatalog. Bonn: DVV.
- Fellows, M. R. (1991): Computer SCIENCE and Mathematics in the Elementary Schools. Online unter: <https://t1p.de/xj7w> (Abrufdatum: 11.12.2023).
- Fellows, M. R. & Parberry, I. (1993): SIGACT trying to get children excited about CS. In: Computing Research News, 5(1).
- Forsythe, G. E. (1963): Educational implications of the computer revolution. In: W. F. Freiberger & W. Prager (Hrsg.): Applications of Digital Computers. Boston: Ginn, 166–178.
- Forsythe, A. I., Keenan, T. A., Organick, I. E. & Stenberg, W. (1969): Computer Science: A First Course. New York: Wiley.
- Gesellschaft für Informatik e. V. (2019): Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich: Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik e. V. Online unter: <https://t1p.de/y4ljq> (Abrufdatum: 11.12.2023).
- Haefner, K., Eichmann, E. H. & Hinze, C. (1987): Denkzeuge: Was leistet der Computer? Was muß der Mensch selbst tun? Basel: Birkhäuser.
- Haselmeier, K. (2018): Im Babylon der Informatik: (Begriffs-)Verwirrung und Konsequenzen für die Begegnung mit informatischen Unterrichtsgegenständen. In: LOG IN, Diskussion, 38(189/190), 51–56.
- Haselmeier, K. (2019): Informatik an Grundschulen – Stellschraube Lehrerbildung. In: A. Pasternak (Hrsg.): Informatik für alle: 18. GI-Fachtagung Informatik und Schule; 16.-18. September 2019 Dortmund. Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), 289–298.

- Haselmeier, K., Fricke, M., Humbert, L., Müller, D. & Rumm, P. (2016): Informatikunterricht im Primärbereich – ohne qualifizierte Lehrkräfte geht es nicht. In: M. Thomas & M. Weigend (Hrsg.): Informatik für Kinder: 7. Müsteraner Workshop zur Schulinformatik; 20. Mai 2016 Nordstedt. Universität Münster: Books on Demand, 103–112.
- Humbert, L. (2019): #PflichtfachInformatik ab der 1. Klasse der Grundschule – Informatik gehört auf jedes Zeugnis. wissensschule.de. Online unter: <https://t1p.de/f6dn> (Abrufdatum 11.12.2023).
- Humbert, L. & Müller, D. (2023): „Hätte ich gewusst, dass dies Informatik ist, dann hätte ich...“ In: L. Hellmig & M. Hennecke (Hrsg.): Informatikunterricht zwischen Aktualität und Zeitlosigkeit: 20. GI-Fachtagung Informatik und Schule; 20.bis 22. September 2023 Würzburg. Bonn: GI, 55–70.
- Humbert, L. & Puhlmann, H. (2004): Essential Ingredients of Literacy in Informatics. In: J. Magenheim & S. Schubert (Hrsg.): Informatics and Student Assessment. Concepts of Empirical Research and Standardisation of Measurement in the Area of Didactics of Informatics. GI-Edition – Lecture Notes in Informatics (LNI). Bonn: Köllen Druck+Verlag GmbH, 65–76.
- Humbert, L., Best, A., Micheuz, P. & Hellmig, L. (2020a): Informatik – Kompetenzentwicklung bei Kindern. In: Informatik Spektrum, 43, 85–93.
- Humbert, L., Magenheim, J., Schroeder, U., Fricke, M. & Bergner, N. (2020b): Handreichung für Lehrkräfte: Handreichungen und Unterrichtsmaterial. Hinweise zur Schulung/Fortbildung. Online unter: <https://t1p.de/iu9z> (Abrufdatum: 11.12.2023).
- Humbert, L., Müller, D., Fricke, M., Haselmeier, K. & Siebrecht, D. (2018): „Because the music is not inside the piano“: Ist informatische Bildung ohne Informatiksysteme wünschenswert. In: LOG IN, Praxis & Methodik, 38(189/190), 67–72.
- Ingalls, D., Kaehler, T., Maloney, J., Wallace, S. & Kay, A. (1997): Back to the Future. The Story of Squeak, A Practical Smalltalk Written in Itself. In: E.S. Loomis, T. Bloom & A.M. Berman (Hrsg.): Proceedings of the 1997 ACM SIGPLAN Conference on Object-Oriented Programming Systems, Languages & Applications; 5. bis 9. Oktober Atlanta, Georgia. Atlanta: ACM, 318–326.
- Ivanji, A. (2020): Digitalisierung Serbien: Vom Agrarstaat zur Digitalnation. Online unter: <https://t1p.de/dq8i> (Abrufdatum 12.12.2023).
- Kay, A.C. (1972): A Personal Computer for Children of All Ages. In: J.J. Donovan & R. Shields (Hrsg.): Proceedings of the ACM annual conference; ACM National Conference 1972. New York: ACM. Online unter: <https://t1p.de/vgeh> (Abrufdatum 12.12.2023).
- Kay, A.C. (1991a): Computers, Networks and Education. In: Scientific American, 265(3), 100–107. Online unter: <https://t1p.de/khc6> (Abrufdatum 12.12.2023).
- Kay, A.C. (1991b): Neue Informationssysteme und Bildung. In: Spektrum der Wissenschaft, November, 136–143.
- Kuhlen, R. (2013): Information – Informationswissenschaft. In: R. Kuhlen, W. Semar & D. Strauch (Hrsg.): Handbuch Grundlagen der praktischen Information und Dokumentation, 6. Aufl., Berlin: Walter de Gruyter, 1–24.
- Landtag Nordrhein-Westfalen (2015): Ausschussprotokoll APr 16/971 – Ausschuss für Schule und Weiterbildung: Anhörung im Ausschuss für Schule und Weiterbildung am 26. August 2015 – 72. Sitzung (öffentlich). Düsseldorf: Haus des Landtags. Online unter: <https://t1p.de/05yk> (Abrufdatum 12.12.2023).
- MSB-NW (2017): Informatik an Grundschulen – Ziele: Pilotprojekt zur Erprobung von Konzepten zur informatischen Bildung im Rahmen des Sachunterrichts an Grundschulen. Online unter: <https://t1p.de/pods> (Abrufdatum 12.12.2023).
- Naur, P. (1965): The Place of Programming in a World of Problems, Tools, and People. In: W.A. Kalenich (Hrsg.): IFIP Congress – Information Processing, Proceedings of the Third International Conference on Information Processing. Washington: IFIP, 195–199.

- Naur, P. (1966): Plan for et kursus i datalogi og datamatik. Online unter: <https://t1p.de/h87p3> (Abrufdatum 12.12.2023).
- Schwill, A. (1993): Fundamentale Ideen der Informatik. In: ZDM, 25(1), 20–31.
- Simon, N. & Minc, A. (1979): Die Informatisierung der Gesellschaft. Veröffentlichungen der Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung. Frankfurt am Main: Campus Verlag.
- Steinbuch, K. (1957): Informatik: Automatische Informationsverarbeitung. In: SEG-Nachrichten (Technische Mitteilungen der Standard Elektrik Gruppe) – Firmenzeitschrift, 4, 171.
- The Yomiuri Shimbun (2016): Plan to make programming mandatory at schools a step to foster creativity. In: The Japan News. Tokyo. Online unter: <https://t1p.de/8355> (Abrufdatum 12.12.2023).
- Thomas, M. (2002): Informatische Modellbildung – Modellieren von Modellen als ein zentrales Element der Informatik für den allgemeinbildenden Schulunterricht. Dissertation, Universität Potsdam, Didaktik der Informatik. Online unter: <https://t1p.de/6v1x> (Abrufdatum 12.12.2023).
- Turing, A. M. (1936): On computable numbers, with an application to the Entscheidungsproblem. In: Proc. Lond. Math. Soc., 2(42), 230–265.
- Undervisningsministeriet (UVM) (1985): Datalære 1985. Undervisningsvejledning for folkeskolen. København: J. H. Schultz A/S. Online unter: <https://t1p.de/c14u> (Abrufdatum: 12.12.2023).
- Weizenbaum, J. (1988): Kinder, Schule und Computer. Online unter: <https://t1p.de/dd5s> (Abrufdatum 12.12.2023).
- Weizenbaum, J. (2001): Computer und Schule. In: J. Weizenbaum (Hrsg.): Computermacht und Gesellschaft – Freie Reden. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 80–97.
- Wing, J. M. (2016): Computational Thinking, 10 years later. Online unter: <https://t1p.de/sm2c> (Abrufdatum 12.12.2023).

Autor

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

Grundschullehrkräfte zwischen informatischer Bildung und Medienbildung

Abstract

Kinder sollen bereits möglichst früh... lernen, ihren Alltag selbstständig zu bewältigen und die dafür benötigten Kompetenzen zu entwickeln. Aufgrund der Digitalisierung bzw. eher Informatisierung in der heutigen Welt gehören dazu auch Kompetenzen aus dem Bereich der Informatik. Im Bundesland Nordrhein-Westfalen sind solche Kompetenzen seit dem Schuljahr 2022/23 in den neuen Lehrplänen der Grundschule formuliert. Der 2018 eingeführte und in allen Fächern sowie Schulformen zu adressierende Medienkompetenzrahmen enthält ebenfalls Kompetenzen, die Aspekte der Informatik aufgreifen.

In diesem Beitrag wird die Beziehung zwischen informatischer Bildung und Medienbildung von zwei Seiten betrachtet: Einerseits werden die Begriffsabgrenzungen zwischen *informatischer Bildung*, *Medienbildung* sowie dem häufig damit assoziierten Begriff der *Digitalisierung* aufgezeigt und deutlich gemacht, warum eine klare Unterscheidung schwierig, aber trotzdem notwendig ist. Andererseits werden Interviews ausgewertet, in denen Grundschullehrkräfte (und Lehrkräfte der Sonderpädagogik) die informatische Bildung und Medienbildung in Beziehung setzen. Die Ergebnisse dieser zweiseitigen Betrachtung zeigen die Relevanz informatischer Bildung für alle Grundschullehrkräfte auf.

1 Einleitung

Immer häufiger werden im Zusammenhang mit allgemeinbildenden Aspekten, die für eine Bewältigung des Alltags notwendig sind, auch Aspekte der Informatik genannt. Dieser Wandel der Allgemeinbildung hängt mit der so-nannten Digitalisierung zusammen, deren Grundlagenwissenschaft die Informatik ist. Die allgemeinbildenden Aspekte der Informatik werden von Wissenschaftler:innen der Informatikdidaktik allerdings schon lange betrachtet: z. B. Baumann hat bereits 1990 Verbindungen zwischen Informatikunterricht und Allgemeinbildung deutlich gemacht, indem er beispielsweise den Beitrag der Informatik zu zentralen Zielen allgemeinbildender Schulen wie dem kritischen Vernunftgebrauch oder der Verantwortungsbereitschaft herausgestellt hat (Baumann 1990, 187–190).

Wird akzeptiert, dass Informatik Beiträge zur Allgemeinbildung liefert, muss bereits Grundschulkindern die Entwicklung informatischer Kompetenzen ermöglicht werden. Die Grundschule soll den Kindern dabei eine von möglichen sozialen Bedingungen (bspw. des familiären Umfelds) unabhängige Unterstützung bieten. Um dies zu erreichen, setzen die Länder durch Lehrpläne die zu entwickelnden Kompetenzen für alle Schüler:innen unabhängig von anderen Einflüssen fest. Es kann jedoch nicht davon ausgegangen werden, dass Grundschullehrkräfte diese Kompetenzen selbst besitzen, geschweige denn bei der Entwicklung dieser unterstützen können: Best zeigt, dass Grundschullehrkräfte dazu neigen, aufgrund fehlender informatischer Fachlichkeit Elemente der Medienpädagogik heranzuziehen um informative Themen „auszuhöhlen“ (Best 2020, 213).

In diesem Beitrag wird die Beziehung zwischen informatischer Bildung und Medienbildung einerseits von einer begrifflichen und andererseits einer empirischen Seite aufgezeigt. Dabei wird auch der Begriff Digitalisierung mit den anderen beiden Bereichen in Verbindung gebracht, da er oder verwandte Begriffe z. B. „digital“ häufig in Diskussionen genutzt werden, wenn richtiger Weise von Informatik oder Medienpädagogik gesprochen werden müsste. In einem weiteren Abschnitt wird der aktuelle Stand informatischer Bildung und Medienbildung in der Grundschule dargestellt. Mithilfe einer Analyse von Interviewtranskripten kann eine empirische Sicht auf die Einschätzungen der Lehrkräfte zum Unterschied zwischen informatischer Bildung und Medienbildung herangezogen werden. Die Interviews sind dabei innerhalb eines Kooperationsprojektes der Didaktik des Sachunterrichts und der Didaktik der Informatik entstanden und ausgewertet worden. Abschließend folgt eine Zusammenfassung der betrachteten Aspekte sowie ein Fazit.

2 Begriffsabgrenzungen

Die Herausforderungen der Informatisierung werden breit diskutiert. Dabei wird häufig die Rolle der Medienbildung, nicht aber der informatischen Bildung betont (Brinda 2017, 175). Eine Unterscheidung der beiden Bereiche informatischer Bildung und Medienbildung ist aufgrund von Überschneidungen und unterschiedlichen Definitionen in der Literatur kaum trennscharf möglich. Diese unscharfe Abtrennung betont auch Brinda, laut dem die beiden Bereiche zwar Überlappungsbereiche aufweisen, aber keinesfalls gleichgesetzt werden dürfen (ebd., 176). Die zeitliche Entwicklung der Beziehung zwischen Medienbildung und informatischer Bildung wird in Tulodziecki (2016) umfangreich beschrieben. Tulodziecki kommt, wie auch Brinda, einerseits zu dem Schluss, dass eine Integration der informatischen Bildung in die Medienbildung et vice versa „inhaltlich bzw. konzeptionell unangemes-

sen und zugleich nicht förderlich“ für die beiden Bereiche sei, andererseits seien Inhalte der beiden Bereiche für den jeweiligen anderen Bereich unverzichtbar (ebd., 18). Den größten Unterschied zwischen den beiden Bereichen spiegelt die Bezugswissenschaft der Informatik bzw. Medienpädagogik wider (Rummel u.a. 2016, 5).

Der Begriff *Informatik* besteht aus den beiden Wortteilen *Information* sowie *Automatik*. Die Informatik ist also kurz gesagt die Wissenschaft der automatischen Informationsverarbeitung. In vielen Ländern Europas konnte Informatik als Bezeichnung für die Wissenschaft etabliert werden, während im angelsächsischen Sprachraum der Begriff *Computer Science* genutzt wird (Humbert 2006, 9). Dieser Begriff konzentriert den Blick allerdings nur auf Computer, wodurch viele Aspekte der Informatik außen vor gelassen werden. In diesem Beitrag wird der Begriff *Informatiksysteme* genutzt, wenn von mithilfe der Informatik entwickelten Artefakten die Rede ist (z. B. von Computern oder Smartphones). Die Informatik beschäftigt sich laut der Gesellschaft für Informatik e. V. (GI) „insbesondere mit der theoretischen Analyse und Konzeption, der organisatorischen und technischen Gestaltung und der konkreten Realisierung komplexer Informatiksysteme“ (GI 2019a, 3). Dabei beschreibt die GI informatische Bildung als „das Ergebnis von Lernprozessen, in denen Grundlagen, Methoden, Anwendungen, Arbeitsweisen und die gesellschaftliche Bedeutung von Informations- und Kommunikationstechnologien erschlossen werden sollen“ (GI 1999, 1).

Die Medienpädagogik unterscheidet sich laut Baacke in Aspekte der Medienerziehung, -didaktik, -kunde und -forschung, deren wichtigste Aufgabe die Förderung der Medienkompetenz sei. Baacke untergliedert diese Medienkompetenz in die Felder Medienkritik, -kunde, -nutzung und -gestaltung. Er beschreibt die Mediengestaltung als innovative und kreative Weiterentwicklung der Systeme (Baacke 2007, 98–99). Diese Gestaltung kann aufgrund der dafür benötigten informatischen Modellierung an sich schon nicht ohne informative Bildung auskommen. Die Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (BLK) gab 1995 einen Orientierungsrahmen „Medienerziehung in der Schule“ heraus. Ziel der Medienerziehung sei laut diesem Rahmen die Förderung der Medienkompetenz als „Bestandteil allgemeiner und beruflicher Bildung“ und die damit verbundene Förderung von „Medienkultur“ in der Gesellschaft als „Ausdruck eines aufgeklärten Nutzungsverhaltens“ (BLK 1995, 14). Auch die BLK untergliedert die medienerzieherische Arbeit in der Schule (mit dem Ziel der Medienkompetenz) in ihrem Orientierungsrahmen in drei Aufgabenfelder: Nutzung, Wirkungsweise und Gestaltung (ebd., 23–25). In der von der GI herausgegebenen Empfehlung „Informatische Bildung und Medienerziehung“ sind Konzepte und Vorschläge der BLK aufgegriffen, um aus diesen den Beitrag der Informatik zur Förderung

von Medienerziehung zu beschreiben (GI 1999). Im Dokument wird der allgemeinbildende Aspekt der Informatik verdeutlicht, indem einerseits der reflektierte Umgang mit Informatiksystemen als unverzichtbar für die Teilhabe am gesellschaftlichen und kulturellen Leben beschrieben wird und andererseits das grundlegende Verständnis dieser Informatiksysteme für deren Nutzung, Gestaltung sowie Bewertung voraussetzt wird (ebd., 1). Die GI fordert zu den von der BLK genannten Aufgabenfeldern die Berücksichtigung informatischer Inhalte, wodurch aufgezeigt werden solle, dass „eine sachgerechte Nutzung und Beurteilung computerbasierter Medien explizit Kenntnisse informatischer Sachverhalte voraussetzt“ (ebd., 5) bzw., dass „solche medienerzieherisch bedeutsamen Themen nur erschlossen werden können, wenn der fachliche Anspruch durch die informative Bildung eingelöst wird“ (ebd., 7).

Die Begriffe *Digitalisierung* und *digital* werden heutzutage in Diskussionen sehr häufig verwendet und umfassen in der Nutzung meist ein breites Spektrum. Brinda merkt an, dass „[d]iese begriffliche Dominanz [...] schadhaft für die Bildungsdiskussion [ist], da sie eine eingeschränkte und verkürzende Sichtweise auf Phänomene, Artefakten und Systeme unserer Lebens- und Arbeitswelt begünstigt“ (Brinda 2017, 178). Er beschreibt die informatisch korrekte Digitalisierung als „Repräsentation kontinuierlicher Größen durch abgestufte (diskrete) Werte, die dann binär codiert werden, um eine automatisierte Verarbeitung durch Informatiksystem zu ermöglichen“ (ebd., 178). Im weiteren Sinne wird der Begriff *Digitalisierung* als Beschreibung für einen Prozess genutzt,

„in dem digitale Medien und digitale Werkzeuge zunehmend an die Stelle analoger Verfahren treten und diese nicht nur ablösen, sondern neue Perspektiven in allen gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Bereichen erschließen, aber auch neue Fragestellungen [...] mit sich bringen.“ (KMK 2017, 8)

Das Nationale MINT Forum (NMF) fordert von den verantwortlichen Ministerien eine Integration „digitaler Bildung“ in den gesamten Fächerkanon in der Schule. Für die Informatik wurde diese Forderung zusammen mit der GI gestellt. Außerdem wurde die Verankerung digitaler Bildung als integraler Bestandteil in allen Phasen der Lehrkräftebildung gefordert (NMF 2016a). Die Arbeitsgruppe *Digitale Bildung für Kinder und Jugendliche* des NMF sieht das „Verständnis für den veränderten Stellenwert von digitalen Medien und deren informatische Grundlage“ (NMF 2016b) als Voraussetzung für die Teilhabe am gesellschaftlichen Leben. Die Gruppe unterscheidet den Begriff *digitale Bildung* in verschiedene Perspektiven. Dabei wurde die Dagstuhl-Erklärung (GI 2016) sowie die Bildungsstandards der GI (2019b) und die „International Computer and Information Literacy Study“ (Fraillon u.a. 2014) einbezogen (NMF 2016b):

- Lehren und Lernen mit digitalen Medien
 - Fachdidaktische Perspektive: Unterstützung von Lern- und Unterrichtsprozessen in den einzelnen Fachdisziplinen mit Informatiksystemen
 - Pädagogisch-organisatorische Perspektive: Unterstützung des Schulalltages mit Informatiksystemen
- Lernen über digitale Medien und die digitale Welt
 - Anwendungsbasierte Perspektive: Vermittlung grundlegender informatikbezogener Kompetenzen
 - Technologische Perspektive: Vermittlung des Verständnisses der Funktionsweisen und der Wirkprinzipien der Informatiksysteme, welche die digital vernetzte Welt ausmachen
 - Gesellschaftlich-kulturelle Perspektive: Vermittlung des Verständnisses der Wirkung von Informatiksystemen auf Individuen sowie Gesellschaft und umgekehrt
- Kreative Perspektive: Gestalten mit Informatiksystemen

Durch die Unterscheidung des NMF wird ersichtlich, dass hier Aspekte informatischer Bildung und Medienbildung angesprochen werden. „Digitale Bildung“ kann also nicht ohne informatische Bildung sowie Medienbildung realisiert werden. Es zeigt sich, dass eine klare Trennung der Bereiche nicht so einfach möglich ist. Im Weiteren wird dargestellt, wie der Forderung nach einer *digitalen Bildung* in Nordrhein-Westfalen (NW) Rechnung getragen wird.

3 Informatik in der Grundschule in Nordrhein-Westfalen

Im Jahr 2018 wurde in NW der Medienkompetenzrahmen (MKR) eingeführt, damit Schüler:innen im Laufe ihrer Schullaufbahn einen „sicheren, kreativen und verantwortungsvollen Umgang [...] mit Medien“ (MSB-NW 2018) entwickeln. Dafür sollen die Schulen die Kompetenzen des Rahmendokuments unabhängig von der Schulform in die schulinternen Lehrpläne aller Fächer integrieren. Der MKR wird in sechs Kompetenzbereiche untergliedert:

- 1) Bedienen und Anwenden
- 2) Informieren und Recherchieren
- 3) Kommunizieren und Kooperieren
- 4) Produzieren und Präsentieren
- 5) Analysieren und Reflektieren
- 6) Problemlösen und Modellieren

In den Bereichen finden sich Kompetenzen, die aus Sicht der Informatik und Medienerziehung adressiert werden können. So kann beispielsweise die Teilkompetenz 1.1 „Medienausstattung (Hardware) kennen, auswählen und reflektiert anwenden; mit dieser verantwortungsvoll umgehen“ (ebd.) einerseits

aus einer informatischen Perspektive (z. B. Aufbau von Informatiksystemen, informatische Kriterien zur Auswahl bspw. Effizienz) und andererseits aus einer medienpädagogischen Perspektive (z. B. reflektierter Umgang von Hardware) betrachtet werden. Die Kompetenzen sind so offen beschrieben, dass sie unabhängig vom Fach mit Fachinhalten verknüpft werden können. Vor allem im sechsten Bereich des MKR wird deutlich, dass die Kompetenzen ohne informatische Bildung nicht erreicht werden können, da in diesem Bereich vor allem die Modellierung und Implementierung innerhalb des Problemlösens im Vordergrund steht.

Das Bundesland NW sieht bisher für alle weiterführenden Schulen das Pflichtfach Informatik (ab dem fünften Schuljahr) vor (GI 2021). Des Weiteren sind seit dem Schuljahr 2022/23 über die fachübergreifenden Elemente im MKR hinaus nun explizit Elemente der Informatik Bestandteil der Lehrpläne für die Primarstufe. Im Sachunterricht sollen „Fragestellungen aus der sozialwissenschaftlichen, der naturwissenschaftlichen, der geographischen, der historischen und technischen Perspektive beleuchtet werden“ (MSB-NW 2021, 178). Dazu sollen die Schüler:innen bis zum Ende der Klasse 4 innerhalb des Feldes „Demokratie und Gesellschaft“ z. B. Codierung und Verschlüsselung unterscheiden sowie Möglichkeiten zum Schutz persönlicher Daten beschreiben (ebd., 185). Außerdem sollen sie im Feld „Technik, digitale Technologien und Arbeit“ z. B. das EVA-Prinzip (Eingabe, Verarbeitung, Ausgabe) simulieren und eine Sequenz programmieren (ebd., 192). Zusätzlich sollen im Mathematikunterricht Algorithmen zum Lösen von Problemen, zum Argumentieren und zum Rechnen genutzt werden (ebd., 82–88).

Durch den MKR und die neuen Lehrpläne müssen also alle Grundschullehrkräfte informatische und medienpädagogische Elemente in ihrem Unterricht beachten. Dass die Unterscheidung zwischen Informatik und Medienpädagogik Grundschullehrkräften (und Lehrkräften der Sonderpädagogik) schwerfällt, wird im anschließenden Abschnitt aufgezeigt.

4 Unterscheidung der zwei Bereiche durch Lehrkräfte

Im standortübergreifenden Projekt *Informatische Bildung als Perspektive des Sachunterrichts im Praxissemester* (Kuckuck u. a. 2022) werden den Studierenden (Lehramt für Grundschule und Sonderpädagogik) Möglichkeiten zur Umsetzung von informatischer Bildung im Sachunterricht sowie das benötigte Hintergrundwissen aufgezeigt, damit sie dies direkt im Praxissemester umsetzen können. Die Studierenden wirken dann als Multiplikator:innen der informatischen Bildung, weil sie ihren zuständigen Ausbildungslehrkräften die Möglichkeiten zur Umsetzung weitergeben. Das benötigte informative Hintergrundwissen kann außerdem durch Handreichungen erlangt werden,

die dem entwickelten Material beiliegen. Darüber hinaus führen und transkribieren die Studierenden Leitfaden-Interviews mit jeweils zwei Lehrkräften der Schule. Dabei beantworten die Lehrkräfte, die den Einsatz der Umsetzungen nicht begleitet haben, 17 Interviewfragen zur Bedeutung von informatischer Bildung im Sachunterricht. Die Ausbildungslehrkräfte, denen die Studierenden die Möglichkeiten zu Umsetzungen weiter gegeben haben, beantworten zusätzliche neun Fragen zum Unterrichtsmaterial und dessen Einsatz. Anhand der transkribierten Interviews untersuchen einerseits die Studierenden und andererseits die Mitarbeiter:innen des Projektes Forschungsfragen zum aktuellen Stand der Informatik an Grund- bzw. Förderschulen.

Dieser Beitrag konzentriert sich auf die Interviewfrage „Welche Unterschiede kennen Sie zwischen Informatik und Medienerziehung?“ Bis Februar 2023 wurden via qualitativer Inhaltsanalyse 167 Antworten zu dieser Frage ausgewertet, die in Antworten von Lehrkräften der Grundschule ($n_g=121$) und Förderschule ($n_f=46$) unterschieden werden können. Im Weiteren wird die Gesamtmenge an Antworten aus beiden Gruppen genannt. Eine Einschränkung der hier betrachteten Forschungsfrage auf die Antworten der Grundschullehrkräfte findet sich in Schmitz (2023), eine Betrachtung von elf Interviews hinsichtlich der Forschungsfrage, wie gut sich Lehrkräfte auf die Umsetzung informatischer Bildung in der Grundschule vorbereitet fühlen in Weßer (2022), und eine Analyse der Interviews hinsichtlich der Einschätzung zur Relevanz informatischer Bildung in der Grundschule sowie eine detaillierte Betrachtung der Methodik in Lachetta u.a. (in diesem Band).

Aufgrund der Formulierung der Forschungsfrage war es abzusehen, dass nur wenige Lehrkräfte keine Unterschiede nennen können. Diese Antworten wurden zunächst herausgefiltert ($n_0=3$, z. B. „da habe ich keine Ahnung“). Die restlichen Antworten wurden in 5 nicht disjunkte Kategorien (z. B. das Verständnis von Medienerziehung) und 20 Unterkategorien (z. B. im Folgenden n_1) aufgeteilt. Durch die hier beschriebene Analyse konnten die folgenden Sichtweisen zur Beziehung zwischen Informatik und Medienerziehung identifiziert werden (alle Zitate stammen aus den von den Studierenden transkribierten Interviews): Viele Lehrkräfte sind der Meinung, bei Informatik handle es sich um die fachlichen, theoretischen oder technischen Grundlagen der Medien ($n_1=37$), wohingegen die Medienerziehung den (praktischen) Umgang mit Medien beschreibe ($n_2=94$), z. B. „Informatik ist für mich die Technik, die dahintersteckt und Medienerziehung der Umgang mit dieser Technik“. Dabei wurden der Medienerziehung auch häufig didaktische/pädagogische Eigenschaften zugeschrieben ($n_3=16$, z. B. „Medienerziehung betrifft die pädagogische Seite“). Die Informatik wird hingegen häufig mit der Programmierung ($n_4=58$) oder mit dem Einsatz von Computern ($n_5=35$, z. B. „Informatiker machen ja alles am Computer, programmieren und so weiter“) gleichgesetzt.

Diese Ergebnisse decken sich mit den Ergebnissen von Brinda u.a. (2018) und Grey u.a. (2023). Bei der hier beschriebenen Stichprobe ist jedoch auffällig, dass diese fachlich falschen bzw. auf einen Aspekt eingeschränkten Auffassungen der Informatik auch bei Lehrkräften auftreten, die bereits Umsetzungen zur informatischen Bildung aufgezeigt bekommen haben ($n_{4a}=31$ und $n_{5a}=17$), teilweise auch ganz ohne den Einsatz von Informatiksystemen ($n_{4b}=4$ und $n_{5b}=4$). Durch die Gleichsetzung mit Programmierung, Computer oder auch anderen Informatiksystemen entsteht bei vielen Lehrkräften der Eindruck einer Teilmengenrelation zwischen Medienerziehung und Informatik, weil die Medienerziehung sich auf alle Medien (also auch nicht digitale Medienarten) beziehe ($n_6=36$, z. B. „Medienerziehung ist ja sehr vielfältig und betrifft jetzt für mich nicht nur elektronische Mittel“).

Nur wenige Lehrkräfte ($n_7=10$) beziehen sich bei der Unterscheidung der beiden Bereiche konkret auf den MKR. Die Hälfte davon erkennt allerdings informative Kompetenzen im Rahmendokument wieder (z. B. „im Medienkompetenzrahmen ist das ja so zusammen vereint“).

5 Fazit

Im Beitrag wurde gezeigt, dass es Lehrkräften der Grundschule (und der Sonderpädagogik) schwerfällt, informative Bildung und Medienbildung zu unterscheiden bzw. die einzelnen Bereiche zu definieren. Es ist allerdings nicht verwunderlich, dass Lehrkräfte Probleme bei dieser Unterscheidung haben, da sie auch in der Wissenschaft nicht trennscharf möglich ist. Häufig wird bei Diskussionen um informative Bildung oder Medienbildung ebenfalls der Begriff „Digitalisierung“ verwendet, welcher in seiner aktuellen Benutzung ein breites Spektrum anspricht und nicht klar definiert ist oder mit der Informatik und Medienpädagogik in eine eindeutige Beziehung gesetzt wird.

Durch die Integration informative Kompetenzen in den MKR und die neuen Lehrpläne müssen alle Grundschullehrkräfte in NW ihre Schüler:innen bei der Entwicklung informative Kompetenzen unterstützen. Diese Umsetzung ist jedoch u.a. stark an das Selbstwirksamkeitskonzept der Lehrkräfte (GI 2019a, 2) und deren Vorstellung zur Informatik (Best 2020, V) geknüpft. Anhand der Forschungsergebnisse wurde ersichtlich, dass einige Lehrkräfte Vorstellungen zur Informatik besitzen, die problematisch erscheinen, wie die Vorstellung einer Teilmengenrelation zwischen den beiden Bereichen sowie die Einschränkung der Informatik auf Programmierung oder Arbeit mit Informatiksystemen. Diese Vorstellungen lassen wichtige Aspekte der Informatik außen vor und können an die Schüler:innen weiter getragen werden.

Es konnte auch gezeigt werden, dass eine indirekte informative Bildung, wie sie im in Abschnitt 4 beschriebenen Projekt realisiert wurde, alleine nicht aus-

reicht, um ein authentisches Bild der Informatik zu entwickeln (siehe n_{4a} und n_{5a} im Abschnitt 4). Dieses kann bloß entwickelt werden, wenn die Lehrkräfte in ihrer Berufsbiographie selbst informatisch gebildet werden.

Zusammenfassend sind Kindern bereits frühestmöglich allgemeinbildende Aspekte informatischer Bildung zugänglich zu machen, die einer informatisierten Welt angemessen Rechnung tragen. Dafür wird einerseits eine klare Abgrenzung der Informatik, Medienpädagogik und Digitalisierung benötigt, die den Zusammenhang der Bereiche verdeutlicht. Andererseits sollten Lehrkräfte der Grundschule (und Sonderpädagogik) informatische Bildung erfahren, damit sie informatische Kompetenzen für den Unterricht sowie ein richtiges Bild der Informatik entwickeln. Nur dadurch kann sowohl die von den Lehrkräften zu berücksichtigende Kompetenzentwicklung der Schüler:innen ermöglicht als auch fachlich falschen Vorstellungen vorgebeugt werden.

Literatur

- Baacke, D. (2007): Medienpädagogik. Tübingen: Max Niemeyer Verlag. <https://doi.org/10.1515/9783110938043>
- Baumann, R. (1990): Didaktik der Informatik. Stuttgart: Klett-Schulbuchverlag.
- Best, A. (2020): Vorstellungen von Grundschullehrpersonen zur Informatik und zum Informatikunterricht. Dissertation. Münster: Westfälische Wilhelms-Universität, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät. Online unter: https://ddi.wu.wu.de/2020_best_diss (Abrufdatum: 04.07.2023).
- BLK (Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung) (1995): Medienerziehung in der Schule. Heft 44. Bonn: BLK. Online unter: <https://t1p.de/rh6x> (Abrufdatum: 10.07.2023).
- Brinda, T. (2017): Medienbildung und/oder informatische Bildung? In: Die Deutsche Schule, 109(2), 175–186. Online unter: <https://t1p.de/6o61> (Abrufdatum: 10.07.2023).
- Brinda, T., Napierala, S. & Behler, G.A. (2018): What do secondary school students associate with the digital world? In: A. Mühlung & Q. Cutts (Hrsg.): Proceedings of the 13th Workshop in Primary and Secondary Computing Education. Potsdam: ACM, 1–10.
- Fraillon, J., Ainley, J., Schulz, W., Friedman, T. & Gebhardt, E. (2014): Preparing for Life in a Digital Age – The IEA International Computer and Information Literacy Study (ICILS) International Report. Australian Council for Educational Research (ACER). Melbourne, Australia: Springer Open. Online unter: <https://t1p.de/7chg> (Abrufdatum: 10.07.2023).
- GI (Gesellschaft für Informatik e.V.) (1999): Informatische Bildung und Medienerziehung. Empfehlung der Gesellschaft für Informatik erarbeitet von einem Arbeitskreis des Fachausschusses „Informatische Bildung in Schulen“. Online unter: <https://t1p.de/8551> (Abrufdatum: 10.07.2023).
- GI (2016): Dagstuhl-Erklärung: Bildung in der digital vernetzten Welt. Stellungnahme, Informatik und Ausbildung. Online unter: <https://t1p.de/m31w> (Abrufdatum: 30.06.2023).
- GI (2019a): Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich. Erarbeitet vom Arbeitskreis „Bildungsstandards Primarbereich“. Online unter: <https://t1p.de/rk84> (Abrufdatum: 30.06.2023).
- GI (2019b): Bildungsstandards Informatik SI und SII. Online unter: <https://informatikstandards.de/> (Abrufdatum: 30.06.2023).
- GI (2021): Informatikmonitor. Stand der Informatikbildung in Deutschland. Online unter: <https://informatik-monitor.de/> (Abrufdatum: 10.07.2023).

- Grey, J., Napierala, S. & Gryl, I. (2023): Assoziationen und Kompetenzzuschreibung angehender Sachunterrichtslehrkräfte zur Informatik. In: L. Hellwig & M. Hennecke (Hrsg.): Informatikunterricht zwischen Aktualität und Zeitlosigkeit: 20. GI-Fachtagung Informatik und Schule; 20.bis 22. September 2023 Würzburg. Bonn: GI, 167–176.
- Humbert, L. (2006): Didaktik der Informatik. Mit praxiserprobtem Unterrichtsmaterial. Wiesbaden: Teubner. <https://doi.org/10.1007/978-3-8351-9046-7>
- KMK (Kultusministerkonferenz) (2017): Bildung in der digitalen Welt. Strategie der Kultusministerkonferenz. Online unter: <https://t1p.de/dwii> (Abrufdatum: 10.07.2023).
- Kuckuck, M., Humbert, L., Schmitz, D., Lachetta, M., Schultze, T. & Alles, T. (2022): Informatische Bildung als Perspektive des Sachunterrichts im Praxissemester. Online unter: <https://uni-w.de/r28z7> (Abrufdatum: 10.07.2023).
- MSB-NW (Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen) (2018): Medienkompetenzrahmen NRW – Webseite. Online unter: <https://t1p.de/2oc8> (Abrufdatum: 10.07.2023).
- MSB-NW (2021): Lehrpläne für die Primarstufe in Nordrhein-Westfalen. Online unter: <https://t1p.de/fz1f> (Abrufdatum: 26.06.2023).
- NMF (Nationales MINT Forum) (2016a): Digitale Chancen ergreifen – Digitale Spaltung meistern. Kernforderungen für den 4. Nationalen MINT Gipfel. Online unter: <https://t1p.de/q6idy> (Abrufdatum: 10.07.2023).
- NMF (2016b): Zusammenfassung einer Befragung der Mitglieder des Nationalen MINT-Forums (NMF) durch die Arbeitsgruppe „Digitale Bildung von Kindern und Jugendlichen“. Online unter: <https://t1p.de/scnry> (Abrufdatum: 10.07.2023).
- Rummel, K., Döbeli Honegger, B., Moser, H. & Niesyto, H. (2016): Editorial. Medienbildung und informatische Bildung – quo vadis? In: MedienPädagogik – Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung, 25, 1–6. <https://doi.org/10.21240/mpaed/25/2016.10.24.X>
- Schmitz, D. (2023): Grundschullehrkräfte aus Nordrhein-Westfalen zwischen informatischer Bildung und Medienbildung. In: L. Hellwig & M. Hennecke (Hrsg.): Informatikunterricht zwischen Aktualität und Zeitlosigkeit: 20. GI-Fachtagung Informatik und Schule; 20.bis 22. September 2023 Würzburg. Bonn: GI, 375–378.
- Tulodziecki, G. (2016): Konkurrenz oder Kooperation? Zur Entwicklung des Verhältnisses von Medienbildung und informatischer Bildung. In: MedienPädagogik – Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung, 25, 7–25. <https://doi.org/10.21240/mpaed/25/2016.10.25.X>
- Weßner, A. K. (2022): Informatische Bildung im Sachunterricht der Grundschule. Masterthesis. Wuppertal: Bergische Universität. Online unter <https://uni-w.de/ik89t> (Abrufdatum: 27. 09. 2022).

Autorin

Schmitz, Denise

Bergische Universität Wuppertal

Didaktik der Informatik

Gaußstraße 20, 42119 Wuppertal

dschmitz@uni-wuppertal.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte:

informatische Bildung für alle Lehrkräfte,

Wirkungen und Bedingungen von Fortbildungen,

Verständnis von Informatik

Markus Peschel und Inga Gryl

Digital Literacy in der Modelldiskussion – Modellierung einer grundlegenden Bildung in der Digitalität für das Fach Sachunterricht

Abstract

Es existieren viele Modellierungen, die die gegenwärtig wünschenswerten, digitalen Kompetenzen von Schüler*innen erfassen bzw. sichtbar machen sollen. Dazu gehört das Dagstuhl-Dreieck (GI 2016) bzw. Frankfurt-Dreieck ebenso wie das Kreismodell (Peschel 2016) bzgl. des Perspektivenvernetzenden Themenbereichs *Medien des Perspektivrahmens Sachunterricht* (GDSU 2013) oder das RANG Modell (Irion u.a. 2023) als interdisziplinäre Modellierung des Einsatzes bzw. der Wirkung von Medien in Lehr-Lernsituationen. Den Sachunterricht zeichnet dabei eine vielperspektivische Betrachtung dieses Lernfeldes aus und es können (digitale) Medien und informative Inhalte als Perspektivenvernetzende Themenbereiche (GDSU 2021) im Unterricht adressiert werden.

Im Fokus des Beitrags steht die Betrachtung verschiedener Modellierungen der Digital Literacy bzw. digitalen Grundbildung aus Sicht der Primarstufe mit dem Fokus auf den Sachunterricht. Dabei geht es um Parallelitäten bzw. Spezifika der Passung mit anderen Modellen und die Frage nach einer durchgängigen Medienbildung über die Schulstufen.

1 Einleitung

In den vergangenen Jahren hat die Dynamik der Digitalisierung, nicht allein aufgrund der Auswirkungen von Corona, im Bildungsbereich erheblich zugenommen. Dieser Trend ist auch im Grundschulbereich spürbar und lässt sich durch verschiedene Positionspapiere und Empfehlungen sowie deren Rezeption, etwa im Fach Sachunterricht, belegen. Dieser Beitrag wird Einblick in verschiedene Modelle geben, die für eine Weiterentwicklung der sachunterrichtlichen Digital Literacy bzw. der „grundlegende[n] Bildung in der Digitalität“ (Irion u.a. 2023, 18) herangezogen werden bzw. herangezogen werden können. Ein besonderer Fokus wird dabei auf den möglichen Beiträgen informatischer Bildung für den Sachunterricht liegen, weshalb insbesondere das Dagstuhl-Dreieck und damit in Verbindung stehende Modelle in Relation zu einem Gesamtmodell des Sachunterrichts, dem Kreismodell, betrachtet wer-

den. Ziel des Beitrags ist die Schaffung eines Überblicks über eine für den Sachunterricht fruchtbare Modelldiskussion bei gleichzeitigem Bewusstsein der in Modellen stets innewohnenden eigenen Logiken, Pragmatiken und Fachdiskursen. All dies kann Kompatibilitätsprobleme bei der Integration von Bildungszielen mit sich bringen, die besonderer Aufmerksamkeit bedürfen, und für die der Beitrag sensibilisieren möchte.

Das Fach Sachunterricht zeichnet sich durch eine vielperspektivische Betrachtung seiner Lerngegenstände aus, die einerseits die Lebenswelt der Kinder adressiert und gleichzeitig Anschlussfähigkeit für die weiteren Schulfächer in der Sekundarstufe erzeugen soll (GDSU 2013). Daraus ergibt sich eine gewisse Herausforderung, die Phänomene der Lebenswelt der Kinder und fachliches Lernen zusammen zu bringen, wobei sich die Vielperspektivität des Sachunterrichts, das heißt, die Integration von fachlichen Perspektiven zum wissenschaftsorientierten Aufschließen der Lebenswelt der Kinder, hier als Schlüssel erwiesen hat. Im Sprachgebrauch des leitenden Dokuments des Sachunterrichts, dem Perspektivrahmen Sachunterricht (GDSU 2013), sind deshalb die Perspektivenvernetzenden Themenbereiche (PVTs) hoch relevant. In den Curricula und zugrunde liegenden Modellierungen des Sachunterrichts (Peschel 2010; GDSU 2013; Gervé 2022 u.v.a.m.) werden daher auch (digitale) Medien, Digitalisierung und informative Inhalte im Rahmen eines gemeinsamen PVT (GDSU 2021) adressiert. Ein besonderes Augenmerk gilt zudem der spiralcurricularen Adressierung der PVTs über alle Klassenstufen der Grundschule hinweg, auch wenn hier seitens des Sachunterrichts etwa für einen medien- und digitalisierungsbezogenen PVT eine gestufte Modellbildung noch nicht vorliegt. In diesem Feld findet jedoch bereits eine besondere Akzentuierung statt durch die Adressierung eines Lernens *mit* und *über* Medien (Gervé 1998; Mitzlaff 2010; Gervé & Peschel 2013), was bedeutet, dass sich Digital Literacy im Sachunterricht sowohl auf Kompetenzentwicklung in der Anwendung digitaler Medien – etwa zum fachlichen Lernen sowie als generelle Kulturtechniken – als auch auf digitale Medien als Lerngegenstand beziehen soll.

Zur Integration von Digital Literacy hat der Sachunterricht in der Vergangenheit curriculare Dokumente in den Blick genommen und teilweise integriert. Aufgrund der fachlichen Eignung für einen möglichen sachunterrichtlichen Anschluss, aber auch wegen ihrer umfassenden Rezeption und damit ihrer potenziellen Anschlussfähigkeit für die Implementation von Digital Literacy in der Praxis erwiesen und erweisen sich dabei folgende Dokumente und Initiativen als zentral: „Medienbildung in der Schule“ (KMK 2012), die KMK-Empfehlung „Lernen in der Digitalen Welt“ (2016), die „Bildungsoffensive für die digitale Wissensgesellschaft“ (BMBF 2016), der Text „Kultur der Digitalität“ (Stalder 2016), das „Dagstuhl-Dreieck“ (GI 2016), der „Standpunkt Medien-

bildung“ (Grundschulverband 2016), das Positionspapier „Fachliche Bildung in der digitalen Welt“ (GFD 2018) und explizit für die Grundschule das Papier „Informatische Bildung im Primarbereich“ (GI 2019). Auf dieser Basis wurde für den Sachunterricht das Positionspapier „Sachunterricht und Digitalisierung“ (GDSU 2021) entwickelt. Diese Veröffentlichungen nehmen z. T. aufeinander Bezug, überschneiden sich in einigen Bereichen, setzen aber aufgrund ihrer jeweiligen Kontextualisierung (etwa als teilweise (fach-)politische Dokumente) auch differente Positionen, obwohl die Zielsetzung im Wesentlichen ähnlich ist, nämlich auf Basis einer Betrachtung der gegenwärtigen gesellschaftlichen Herausforderungen und Möglichkeiten Vorschläge bzw. Forderungen zu formulieren, wie eine aktuelle Digital Literacy aussehen kann bzw. sollte.

Ein wichtiger Teil einer Digital Literacy sind informatische Bezüge, weshalb insbesondere ein Blick auf das im Sachunterricht bereits rezipierte Dagstuhl-Dreieck (GI 2016) bzw. das Frankfurt-Dreieck (Brinda u.a. 2019) sinnvoll für eine weitere Modellierung im Sachunterricht ist. Dieser Beitrag wird Anknüpfungspunkte an den Sachunterricht mithilfe des Kreismodells (Peschel 2016) aufzeigen, das Grundlage für die Modellierung im neuen Perspektivrahmen Sachunterricht (GDSU i.V.) ist. Das RANG Modell (Irion u.a. 2023) wiederum, das zunehmend für den Sachunterricht in den Blick genommen wird, bietet als interdisziplinäre Modellierung des Einsatzes bzw. der Wirkung von Medien in Lehr-Lernsituationen eine mediendidaktische Orientierung, die eine Be- trachtung des Dagstuhl-Dreiecks ergänzen kann. Ebenfalls wird die mögliche Rolle der KMK-Empfehlung (2016) diskutiert. Dabei ist stets zu betonen, dass die hier aufgezeigten Modelle, wie Modelle generell, kontextbezogen, fokus- orientiert, unterkomplex und zielspezifisch sind, und die Begründungszusammenhänge ihrer Entstehung nicht immer offenliegen. Hier folgt dieser Beitrag einer explizit sachunterrichtsdidaktischen Lesart, die jene Suchbewegungen illustriert, mit der der Sachunterricht sich durch Rezeption fachexterner Modelle oder der Modelle seiner Bezugsdisziplinen weiterentwickelt.

2 Das Dagstuhl-Dreieck, das Frankfurt-Dreieck und ihre Anschlussfähigkeit zum Kreismodell des Sachunterrichts

Im Folgenden wird das Kreismodell des Sachunterrichts als Grundlage für Unterrichtsplanung und Bildung im Sachunterricht dargestellt, mit einer Akzentuierung auf der Anwendung eines auf Digitalisierung bezogenen PVT. Anschließend erfolgt ein Vergleich mit dem Dagstuhl-Dreieck und dem daraus abgeleiteten Frankfurt-Dreieck aus der Informatikdidaktik auf einer strukturellen (Elemente und Beziehungen in den Blick nehmend) und be-

grifflichen Ebene. Alle betrachteten Modelle sind normativ, nicht empirisch modelliert und hinsichtlich ihrer Ausgestaltung in konkrete Standards noch relativ wenig ausdifferenziert. Das Kreismodell des Perspektivrahmens etwa verweist auf den Perspektivrahmen Sachunterricht der anwendbare, aber in der Anwendung noch einmal auszudifferenzierende und auf unterschiedliche Niveaustufen anzuwendende Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen des Sachunterrichts beinhaltet. Wie erwähnt, ist die Zielstellung des Vergleichs die Weiterentwicklung des Fachs Sachunterricht hinsichtlich Digital Literacy, weshalb auch ein sachunterrichtliches Verständnis, etwa bzgl. Vielperspektivität, an die informatikdidaktischen Modelle angelegt wird, um deren Anschlussfähigkeit für sachunterrichtliche Belange zu prüfen.

2.1 Das Kreismodell des Sachunterrichts

Zur Eruierung der Anschlussfähigkeit der Modellierung der GI soll zunächst das Kreismodell des Sachunterrichts (Abb. 1) als Ausgangspunkt für die mögliche Verortung informatischer Inhalte und Kompetenzen mit dem Ziel einer weiteren Ausgestaltung von Digital Literacy im Sachunterricht betrachtet werden. Das Modell wurde bereits 2013 in Reaktion auf die damalige Überarbeitung des Perspektivrahmens (GDSU 2013) entwickelt und 2016 zum ersten Mal publiziert (Peschel 2016). Während das bisherige Modell des Perspektivrahmens Sachunterricht die fachbezogenen Perspektiven in einer Matrix in den Mittelpunkt stellte (GDSU 2013), sollen in dem Kreismodell die PVTs das Zentrum bilden. Sie schließen die fachbezogenen Perspektiven des Sachunterrichts wie die technische und die sozialwissenschaftliche Perspektive auf bzw. bedienen sich ihrer, um dem Anspruch an Bildung und Ausbildung von Weltwissen – für das Anliegen des PVT *Medien* etwa fokussiert als Medienbildung – gerecht zu werden. Die Perspektiven sind in diesem Modell entsprechend als Kreissegmente um die Kreismitte angeordnet und werden in ihrem Zusammenspiel dem Anspruch an Vernetzung bezüglich eines zentralen PVT gerecht. Das Modell zeigt dabei nicht nur Themenbereiche bzw. PVTs auf, sondern auch Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen (DAHs), die dem Kompetenzbegriff in den Modellen anderer Fächer nahe kommen und explizit als Aspekte von Bildung benannt werden, die sowohl bezogen auf die Perspektiven als auch perspektivenübergreifend formuliert werden. Es genügt somit nicht, nur in einer Perspektive zu denken, zu arbeiten oder zu handeln, es müssen gleichzeitig – um vernetzt zu denken und Bildung unmittelbar zu adressieren – die Lerngelegenheiten im Sinne der Perspektivenvernetzung, oder, vielmehr noch, Perspektivenintegration, gedacht und umgesetzt werden. Dies entspricht dem lebensweltlichen Argument (Köhnlein 2012) und macht die Kinder zu Subjekten des eigenen Bildungsanspruchs.

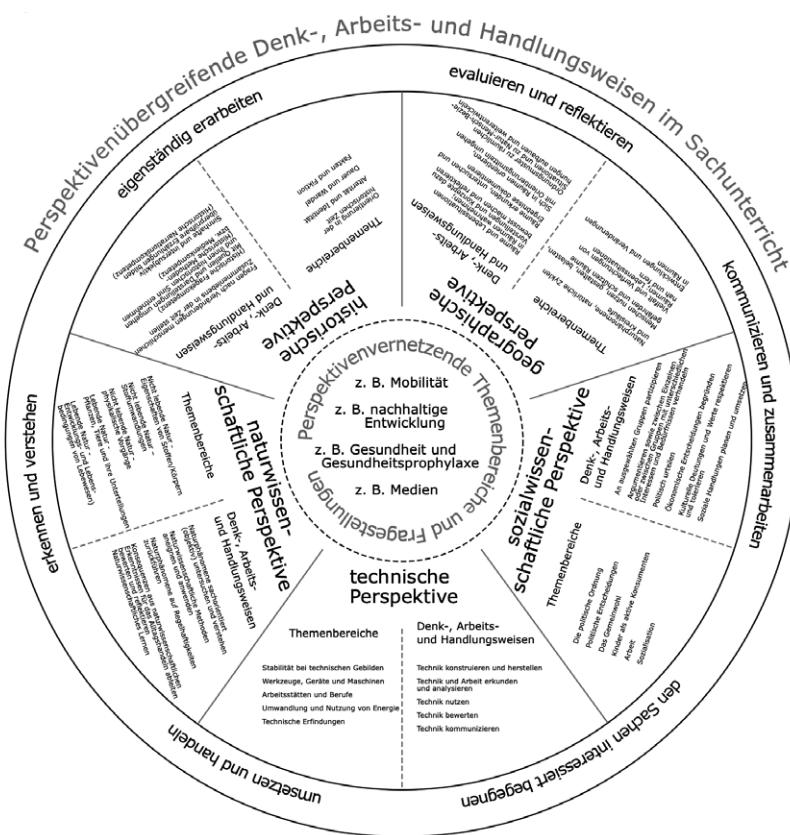


Abb. 1: Kreismodell des Sachunterrichts (Peschel 2016; Grafik von Christian Borowski, in Anlehnung an das Modell der AG Neue Medien (ICT) im Sachunterricht der GDSU)

Dass Medien als PVT gesetzt wurde und damit, wie andere PVTs auch, in das Zentrum des Kreismodells gesetzt werden kann, liegt in einem vielperspektivischen Verständnis des Sachunterrichts bezüglich dieses Themenbereichs: Medien erscheinen als lebensweltliches Phänomen mit besonderen Referenzen in der sozialwissenschaftlichen (z.B. kommunikatives Potenzial von Medien), aber auch technischen (z.B. Medienproduktion) und historischen Perspektive (z.B. Entwicklung von Medien). Mit digitalen Karten o.Ä. bietet auch die geographische Perspektive Anschluss. Mit der zunehmenden Digitalisierung freilich musste sich auch das Verständnis dieses PVT wandeln. Daher hat die Mitte des auf diesen PVT angewandten Kreismodells sich bzgl. des Anspruchs an Medienbildung nach Erstpublikation in weiteren Diskussionen

der einstigen AG Neue Medien – nun AG Medien & Digitalisierung der GDSU – deutlicher akzentuiert (Abb. 2): Der bisherige PVT Medien erscheint nun insbesondere als ein Lernen über Digitalisierung (Gervé 2022) im Zentrum des Modells und wurde im Sprachgebrauch der Planung des neuen Perspektivrahmens in den PVT Digitalisierung bzw. nunmehr *Digitalisierung und Medien* (GDSU i.V.) umbenannt. Das Lernen mit Medien wurde hingegen aus der Mitte in den äußeren Kreis verlagert, in dem die perspektivenübergreifenden DAHs sind als bildungsorientierte Kompetenzen zu verstehen, die über die zentralen PVTs indirekt adressiert werden, aber auch als Kulturtechniken für die Erschließung anderer PVTs wirksam werden bzw. in ihrer unterrichtlichen Erarbeitung adressiert werden.

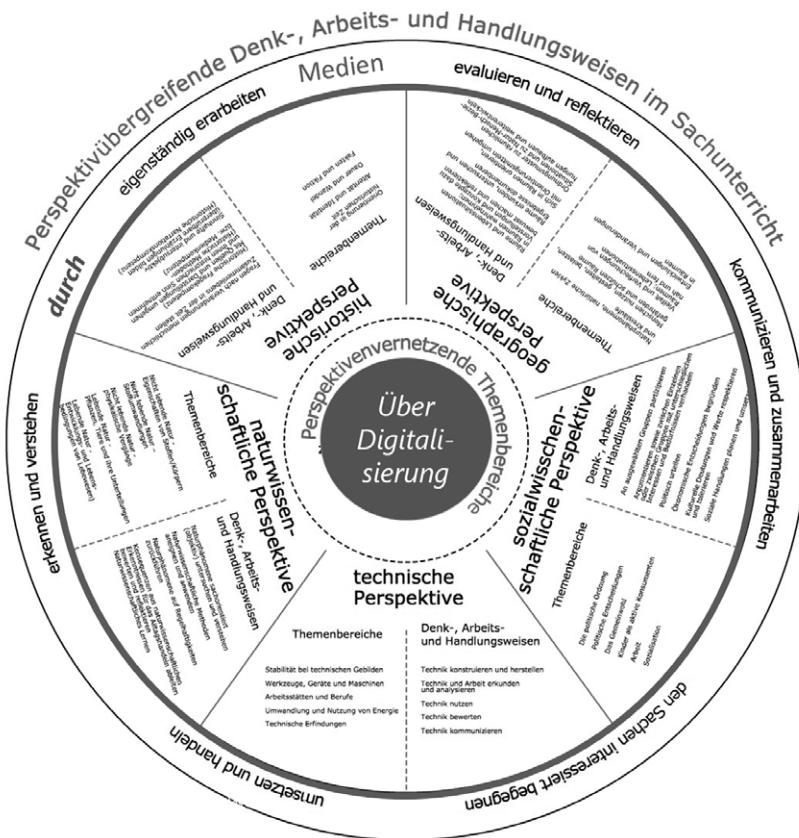


Abb. 2: Erweiterung bzw. Differenzierung des Kreismodells am Beispiel von „Lernen über Digitalisierung“ (eigene Darstellung in Anlehnung an Peschel 2016)

Nichtdestotrotz ist ein perspektivisches Verständnis zur Realisierung von Fachlichkeit dabei weiterhin relevant. Für den Sachunterricht wurde aufgrund der oben genannten Genese und Entwicklung des Perspektivrahmens und des PVT *Medien* bzw. *Digitalisierung* die Informatik nicht als eigene Perspektive aufgeführt, sondern im Sinne des vielperspektivischen Sachunterrichts der entsprechende PVT entwickelt. Ein Blick auf das Dagstuhl-Dreieck kann zeigen, dass es Argumente für diese Vorgehensweise in der seinerseits vielperspektivischen Anlage informatischer Bildung gibt.

2.2 Das Dagstuhl-Dreieck

Im Folgenden werden nun die Ähnlichkeiten und Unterschiede des Dagstuhl-Modells (Abb. 3) zum Kreismodell aufgegriffen, um die Weiterentwicklung des PVT *Digitalisierung* und *Medialisierung* zur stärkeren Berücksichtigung und Fundierung informatischer Inhalte und Kompetenzen auf der Basis von Modellrezeptionen und Entwicklung in den Blick zu nehmen, unter Bewusstsein der Grenzen von Modellintegration aufgrund struktureller und konzeptioneller Differenzen.

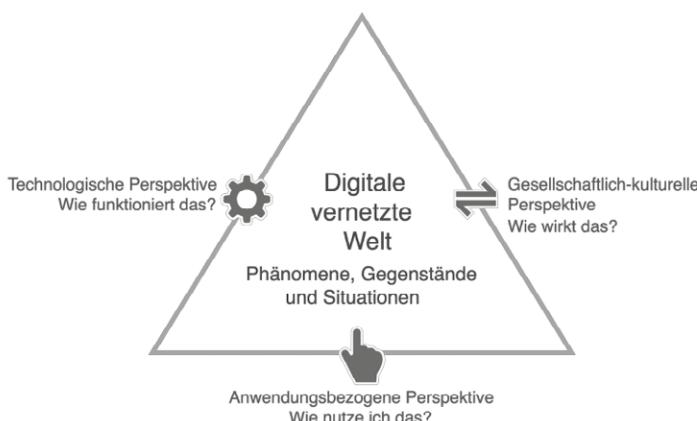


Abb. 3: Dagstuhl-Dreieck (GI 2016)

Die Ähnlichkeiten des Kreismodells zum Dagstuhl-Dreieck scheinen oberflächlich betrachtet begrenzt, da die Funktionalitäten in zwei verschiedenen geometrischen Formen (Kreis vs. Dreieck) adaptiert wurden. Allerdings ist erkennbar, dass Funktionalitäten der Modelle wie der Vernetzungsanspruch verschiedener Perspektiven und die Adressierung der Teilhabe an Digitalität in beiden Modellen zu finden sind. Wesentlich ist auch die Adressierung von

„Phänomene[n], Gegenstände[n] und Situationen“ (GI 2016) im Zentrum des Dagstuhl-Dreiecks. Es scheint an dieser Stelle ein ähnliches Verständnis des Lernens bzgl. Aspekten der Digitalisierung wie im Kreismodell des Sachunterrichts vorzuliegen, da die Anwendungsorientierung an potenziell konkreten Gegenständen, hier einer digital vernetzten Welt, vorliegt.

Der auf die Dreieckseiten bezogene Perspektivenbegriff des Dagstuhl-Dreiecks unterscheidet sich von dem des Kreismodells bzw. dem Perspektivenverständnis der GDSU. In letzterem liegt mit den Perspektiven ein expliziter Bezug auf konkrete Referenzdisziplinen, aber auch auf Schulfächer der Sekundarstufe vor. Der Sachunterricht hat die Entwicklung zu Perspektiven (oder auch Dimensionen, Köhnlein 2012) in einem konzeptuellen Verständnis in den Jahren seit Bestehen der GDSU deutlich entwickelt und differenziert und versteht die Vielperspektivität als ureigenes Verständnis bzw. Grundlage des Sachunterrichts. Im Dagstuhl-Dreieck kann ein disziplinärer Bezug für die technologische und gesellschaftlich-kulturelle Perspektive ausgemacht werden, die *Anwendungsbezogene Perspektive* wiederum scheint auf praktisches Tun („Wie nutze ich das?“, GI 2016) und damit eher auf DAHs nach dem Verständnis der GDSU abzuzielen. Konkret scheint dies dem zu entsprechen, was im Kreismodell unter Lernen *mit* Medien akzentuiert wurde und als bildungsorientiertes Lernen *mit* Medien in engen Austausch mit übergreifenden Kompetenzen bzw. DAHs im äußeren Kreis verortet wurde (vgl. Abb. 2). Daher scheinen die Perspektiven des Dagstuhl-Dreiecks eher allgemein orientiert als Sichtweisen oder Verständnisse definiert zu sein. Oder anders ausgedrückt: Die Perspektiven des Dagstuhl-Dreiecks sind weder ideologisch noch theoretisch belegt, aber im Vergleich zum Sachunterricht auch weniger komplex entwickelt.

Darüber hinaus ist die scheinbare Entsprechung der technischen Perspektive (Kreismodell) mit der Technologischen Perspektive (Dagstuhl-Modell) auffällig¹. Im Detail aber wird informatische Grundbildung nur als ein Teil der *Technischen Perspektive* des Sachunterrichts verstanden, die sich eben auch Fragen etwa bzgl. der Anwendung von Mechanik und Statik widmet. Auch scheint die Gesellschaftlich-kulturelle Perspektive mit dem Verständnis „Wie wirkt das?“ des Dagstuhl-Dreiecks Teil der Sozialwissenschaftlichen Perspektive des Kreismodells zu sein. Deren Differenziertheit in sozialen, ökonomischen und politischen Fragestellungen allerdings ist im Dagstuhl-Dreieck nicht so komplex angelegt. Inwiefern in der *Technischen Perspektive* (Kreismodell) bzw. der *Technologischen Perspektive* (Dagstuhl-Dreieck) nur Aspekte der technischen Nutzung adressiert werden (im engen Sinne der Umschreibung „Wie funktioniert das?“, GI 2016), müssen weitere Ausformulierungen zeigen. Es

¹ Auf die Unterschiedlichkeiten zwischen einem technischen Verständnis und einem technologischen Verständnis gehen wir hier nicht weiter ein. Im vorliegenden Fall scheint, bei allen Differenzen im Detail, eine weitgehend synonyme Verwendung vorzuliegen.

scheinen aber bisher weder sozio-technische noch biotechnische Aspekte im Dagstuhl-Dreieck modelliert zu sein, obgleich mit den Perspektiven Grundlagen dazu gegeben sind. Eine solche sozio-technische oder technisch-kulturelle Ableitung ergibt sich aus dem sachunterrichtlichen Verständnis der PVTs. Dies könnte auch in das Dagstuhl-Dreieck reininterpretiert werden, findet sich dort aber bislang nur begrenzt in Form der Interpretation bzgl. der Verknüpfung der Dreiecksseiten.

Die Rückwirkung aus den im Dagstuhl-Dreieck aufgezeigten Wirkungen – im Sinne von wechselwirksamen Prozessen des (Mit-)Gestaltens der digitalen Welt – als Potenzial der Mitgestaltung von (Lebens-)Welt lässt sich im PVT des Kreismodells in der Differenzierung über Digitalisierung im Zusammenispiel mit den DAHs gut akzentuieren. Eine entsprechende Adressierung ist im Frankfurt-Dreieck, als Weiterentwicklung des Dagstuhl-Dreiecks in anderer Form erkennbar und wird daher im Folgenden vorgestellt.

2.3 Das Frankfurt-Dreieck als Akzentuierung des Dagstuhl-Dreiecks

Das Frankfurt-Dreieck (Abb. 4) ist als Weiterentwicklung des Dagstuhl-Dreiecks zu verstehen, auf dem es aufbaut. Vor dem Hintergrund der Anzahl der beteiligten Autor:innen weist es eine kleinere Basis der Entwicklung auf, und hat als solche auch (noch) nicht die Verbreitung des Dagstuhl-Dreiecks erfahren.



Abb. 4: Frankfurt-Dreieck zur Bildung in der digital vernetzen Welt (Brinda u.a. 2019)

Die wesentliche Weiterentwicklung besteht aus Sicht einer auf Vernetzung abzielenden Sachunterrichtsdidaktik, dass über die Frage der Wirkung hinausgehend die Wechselwirkungen betont werden, wie es auch Irion u.a. (2023) als Mitgestaltbarkeit der digitalen Welt formuliert. Die grundlegende Interpretation der Seiten des Frankfurt-Dreiecks ist damit – über das Verständnis des Dagstuhl-Dreiecks hinaus – als Wechselwirkung definiert.

Zudem beinhaltet das Frankfurt-Dreieck leicht andere und erweiterte Bezüge bzw. Begriffe: Die *Technologische Perspektive* (Dagstuhl-Dreieck) erscheint nun als Dreieckseite der „technologische[n] & mediale[n] Strukturen & Funktionen“ Frankfurt-Dreieck und begreift Digitalisierung und zugleich Medien als Teil von Wechselwirkungsprozessen, was anschlussfähig an die für den Sachunterricht rezipierte Begrifflichkeit der Mediatisierung (Irion u.a. 2023) ist. Medien als Manifestation der technischen, meist unsichtbaren (Wechsel-) Wirkungsprinzipien in einem kulturellen Verständnis zu elaborieren, scheint angesichts der Wirkungsmacht von Medien sehr geschickt, wird Technik in der Schule doch eher indirekt über die Nutzung von Medien erschlossen. In einer Weiterführung gilt das Gleiche u.a. für Algorithmen und deren Funktionen (zur Eruierung dieser Teilaspekte von Technologie/Technik Brinda u.a. 2019).

Aus der *Gesellschaftlich-kulturellen Perspektive* (Dagstuhl-Dreieck) werden „gesellschaftliche und kulturelle Wechselwirkungen“ (Brinda u.a. 2019). So-wohl die klarere Verortung von Gesellschaft und Kultur, aber vor allem das Verständnis von medialen und digitalen Wechselwirkungen sind anschlussfähig an das sachunterrichtsdidaktische Lernen in der Digitalität (GDSU 2021; Schmeinck u.a. 2023), das geänderte gesellschaftliche und zwischenmenschliche Praktiken in einer Kultur der Digitalität (Stalder 2016) aufgreift, weshalb im Sachunterricht auch zunehmend von einem grundlegendem Lernen in der Digitalität gesprochen wird (vgl. Irion u.a. 2023; Peschel u.a. 2023; Schmeinck u.a. 2023). Digitalisierung ist hierbei der Prozess und die technische Fokussierung; Digitalität hingegen adressiert die Zieldimension und gleichsam die kulturellen Beeinflussungen und Entwicklungen (Peschel u.a. 2023).

Das Zentrum des Modells erfährt eine Konkretisierung mit der Reduktion auf einen „Betrachtungsgegenstand“ (Brinda u.a. 2019) und damit dessen umfassende Einbettung in verschiedene Fachbezüge (Seiten des Dreiecks), was der Modellierung im Kreismodell des Sachunterrichts auf einen konkreten Gegenstand noch näher kommt.

Allerdings bleibt im Frankfurt-Dreieck noch unmodelliert, ob bzw. wie „technologische & mediale Strukturen & Funktionen“ (Brinda u.a. 2019) auch auf Aspekte der Gesellschaft wirken und andersherum. Die Seiten des Dreiecks scheinen nicht direkt miteinander in Beziehung gesetzt zu sein, sondern definieren – in aller Weiterentwicklung und letztlich aufgrund des gemeinsa-

men Oberthemas – sich anbietenden Bezüge noch relativ unvernetzter Aspekte. Die Erweiterung gegenüber dem Dagstuhl-Dreieck, die sich pointiert in der Frage ‚Wie wechselwirkt das?‘ zusammenfassen ließe, lässt demnach noch offen, ob und wie sich die Wechselwirkung auf das Medium, die Digitalisierung oder die kulturellen Nutzungen durch die Interaktionen der Subjekte beziehen.

Die Ergänzung der Aktiva „Analyse – Reflexion – Gestaltung“ (Brinda u.a. 2019) adressiert erneut die Wechselwirkung samt Gestaltung bzw. Gestaltbarkeit der digitalen Welt sowie die Notwendigkeit, diesen Prozess der Gestaltung reflexiv und analytisch zu begleiten. Hierbei ist ebenfalls eine Nähe zu den insbesondere perspektivenübergreifenden DAHs des Sachunterrichts gegeben, wobei die Dopplung dieser Begrifflichkeiten in jeder Seite des Dreiecks auch an die gemeinsamen perspektivenübergreifenden DAHs des Perspektivrahmens erinnert.

3 Ergänzungen vor dem Hintergrund weiterer Modellierungen

Vor dem Hintergrund allgemeiner Strategien wie die der KMK zu „Bildung in der digitalen Welt“ (2016) weisen die hier rezipierten Modelle der Informatikdidaktik eine deutlich höhere Fachlichkeit bzgl. Digitalisierung und auch Digitalität aus, die darüber hinaus aufgrund der entsprechenden thematischen Ausgestaltung des Fachs Sachunterricht anschlussfähig an diesen ist bzw. in Teilen durch diesen bereits adressiert wird. In der Strategie der KMK hingegen spielt Fachlichkeit wie schon die GFD mit ihrem Positionspapier (2018) festgestellt hat, eine sehr untergeordnete Rolle. Die sechs (in Unterkompetenzen zweiter und dritter Ordnung ausdifferenzierten) Kompetenzbereiche (*Suchen, Verarbeiten und Aufbewahren, Kommunizieren und Kooperieren, Produzieren und Präsentieren, Schützen und sicher Agieren, Problemlösen und Handeln und Analysieren und Reflektieren*) (KMK 2016) stellen eigentlich eher allgemeine Bildungskompetenzen dar, die in einem Lernen *mit* Medien und einem gleichzeitigen (vernetztem) Lernen *über* Digitalisierung begründet sein können, aber es nicht zwangsläufig und automatisch sind. Damit sind sie den perspektivenübergreifenden DAHs nicht unähnlich, die einer fachlichen und vielmehr noch fachlich vernetzenden Konkretisierung in der Bearbeitung eines konkreten Gegenstands, hier aus dem Feld der Digitalisierung bzw. der Kultur der Digitalität, bedürfen. Auch für die Arbeit mit analogen Medien ließe sich die Aufstellung der KMK als nützlich lesen, weshalb die Kernbereiche der Digitalisierung und Digitalität hier nicht explizit, hingegen aber in den genannten Referenzmodellen der Informatikdidaktik adressiert werden. Mit Blick auf Lebensweltorientierung und die erprobte Perspektivenorientierung muss

eine schulische Bildung auch das fachliche Lernen *über* Medien in den Blick nehmen. Gleichwohl können die Kompetenzbereiche der KMK die übergreifenden DAHs ergänzen bzw. bei einer weiteren Ausgestaltung eines Lernens *mit* Medien helfen. Eine ähnliche Stoßrichtung verfolgt das mediendidaktisch angelegte und für den Sachunterricht interpretierte RANG Modell (Irion u.a. 2023), das Kompetenzen in der Digitalität ausweist und in Anlehnung an Medienkompetenz (Baacke 1996) mit den Bereichen *Reflexion, Analyse, Nutzung* und *Gestaltung* aufwartet. Auch hier ist eine Ausgestaltung der DAHs für eine Digital Literacy, die auch Digitalität in den Blick nimmt, möglich, während Gegenstand und Fachlichkeit durch andere Modelle wie die vorgestellten abgedeckt werden müssen.

4 Fazit

Modellierungen reduzieren Komplexität, um ein Verständnis eines bestimmten Themenfelds zu erzeugen und dabei mit ihrer eigenen Logik den Fokus auf spezifische Schwerpunkte zu lenken. Modelle können keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben und vernachlässigen stets einzelne Aspekte, insbesondere jene, die auf Kontroversen, Unsicherheiten und Kontingenzen hindeuten. Für Kompetenzmodelle ist zudem, und noch einmal mehr, wenn keine empirische Validierung erfolgt, eine Normativität hinsichtlich der Formulierung gewünschter Bildungsziele unvermeidlich. Bei den genannten Modellen geschieht dies mit dem Ziel der Modellierung von Digital Literacy in Reflexion der Chancen und Herausforderungen von Digitalisierung und Digitalität für Bildungsprozesse. Umso wichtiger ist die differenzierte Auseinandersetzung mit den verschiedenen Modellen, den verwendeten Begriffen samt innenwohnenden Verständnissen sowie deren Fokusen bzw. Reichweiten. Es bietet sich demnach an, bei der beobachteten Inkongruenz zwischen Modellen, die eine direkte Integration ineinander verhindern, stets mehrere Modelle zu nutzen, um die Bedeutung eines Gegenstands hinsichtlich Bildung, Fachlichkeit und auch (fach-)politischer Relevanz sowie Interessen zu erschließen.

Dies ermöglicht es im vorliegenden Fall, informative Bezüge als Teil von Digital Literacy in den Sachunterricht zu integrieren. Das Frankfurt-Dreieck als Erweiterung des Dagstuhl-Dreiecks kann dazu beitragen, den zentralen PVT Digitalisierung und Mediatisierung des Sachunterrichts zu adressieren, da es den kulturellen Bezug in informative Bildung integriert, der Lernen in der Digitalität als Modellierung anbahnt, ohne technologische Aspekte zu vernachlässigen. Auf diese Weise lässt sich Digitalisierung als Inhalt und Technik verstehen. Das Modell der KMK (2016) wiederum verweist auf Bildungsziele, die ohne jenen Bezug aber inhaltsleer bleiben würden. Das Kreismodell des Sachunterrichts in seiner Komplexität wiederum mit gleichzeitiger Adres-

sierung der fachlichen, überfachlichen und bildungsorientierten Funktionen scheint ein zentrales Mittel, das Lernen über Digitalisierung in der Digitalität im konkreten Sachunterricht der Primarstufe zu beschreiben. Im Kreismodell werden Fachbezüge – die Perspektiven – hergestellt und diese gleichzeitig als Lernen über Digitalisierung ineinander integriert und in Bezug auf die übergeordneten Bildungsziele, die DAHs, anlehnbar an die Empfehlungen der KMK (2016), umgesetzt. Das Kreismodell liefert als Unterrichtsplanungsmodell ein Organisationmodell für den (Sach-)Unterricht, das sich direkt und vielperspektivisch den PVTs (Kreismodell), den *Betrachtungsgegenständen* (Frankfurt-Dreieck) oder den Fragen der Kinder in einer digital geprägten Lebenswelt widmen kann, die alle in das Zentrum des Modells gestellt werden können.

Literatur

- Baacke, D. (1996): Medienkompetenz. Begrifflichkeit und sozialer Wandel. In: A. v. Rein (Hrsg.): *Medienkompetenz als Schlüsselbegriff (Theorie und Praxis der Erwachsenenbildung)*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, 112–124.
- Brinda, T., Brüggen, N. & Diethelm, I. (2019): Frankfurt-Dreieck zur Bildung in der digitalen vernetzten Welt – ein interdisziplinäres Modell. In: T. Knaus & O. Merz (Hrsg.): *Schnittstellen und Interfaces. Digitaler Wandel in Bildungseinrichtungen*. München: kopaed, 157–167.
- GDSU (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts) (2013): *Perspektivrahmen Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- GDSU (2021). Sachunterricht und Digitalisierung – Positionspapier 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: 17.10.2025).
- GDSU (i. V.): *Perspektivrahmen Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Gervé, F. (1998): *Freie Arbeit. Grundkurs für die Aus- und Fortbildung*. Weinheim: Beltz.
- Gervé, F. (2022): Digitale Medien. In: J. Kahlert, M. Fölling-Albers, M. Götz, A. Hartinger, S. Miller & S. Wittkowske (Hrsg.): *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, 523–528.
- Gervé, F. & Peschel, M. (2013): Medien im Sachunterricht. In: E. Gläser & G. Schöcknecht (Hrsg.): *Sachunterricht in der Grundschule: entwickeln – gestalten – reflektieren (Beiträge zur Reform der Grundschule, Bd. 136)*. Frankfurt am Main: Grundschulverband e. V., 58–77.
- GFD (Gesellschaft für Fachdidaktik) (2018): Ergänzende Wege der Professionalisierung von Lehrkräften. Positionspapier der GFD zur Problematik des Quer- und Seiteneinstiegs. Online unter: <https://www.fachdidaktik.org/wordpress/wp-content/uploads/2015/09/PP-20-Positionspapier-der-GFD-2018-Ergänzende-Wege-der-Professionalisierung-von-Lehrkräften.pdf> (Abrufdatum: 17.10.2025).
- GI (Gesellschaft für Informatik e. V.) (2016): *Dagstuhl-Erklärung. Bildung in der digitalen vernetzten Welt*. Berlin: Gesellschaft für Informatik e. V.
- 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 (Beiträge zur Reform der Grundschule, Bd. 155)*. Frankfurt am Main: Grundschulverband e. V., 18–42.
- KMK (Kultusministerkonferenz) (2016): *Bildung in der digitalen Welt. Strategie der Kultusministerkonferenz*. Berlin: KMK.

- KMK (2021): Lehren und Lernen in der digitalen Welt. Die ergänzende Empfehlung zur Strategie „Bildung in der digitalen Welt“. Berlin: KMK.
- Köhnlein, W. (2012): Sachunterricht und Bildung. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Mitzlaff, H. (2010): ICT in der Grundschule und im Sachunterricht – Gestern – heute – morgen – Ein Blick zurück nach vorne. In: M. Peschel (Hrsg.): Neue Medien im Sachunterricht: gestern – heute – morgen. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren, 7–30.
- Peschel, M. (2010): Neue Medien im Sachunterricht: gestern – heute – morgen. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Peschel, M. (2016): Mediales Lernen – Beispiele für eine inklusive Mediendidaktik (Dimensionen des Sachunterrichts: Kinder – Sachen – Welten, Bd. 7). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- 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 (Beiträge zur Reform der Grundschule, Bd. 155). Frankfurt am Main: Grundschulverband e.V., 43–52.
- Schmeinck, D., Michalik, K. & Goll, T. (2023): Herausforderungen und Zukunftsperspektiven für den Sachunterricht (Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts). Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Stalder, F. (2016): Kultur der Digitalität. Berlin: Suhrkamp.

Autor:innen

Peschel, Markus, Prof. Dr.

Universität des Saarlandes

Campus C6 3, Zi. 1.03

66123 Saarbrücken

markus.peschel@uni-saarland.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte:

Mediales Lernen, Digital Literacy,

Sachunterricht

(Schwerpunkte: Naturwissenschaften und Digitalisierung),

(Offenes) Experimentieren,

Lernwerkstätten und Hochschullernwerkstätten

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

Marisa Holzapfel und Nadine Dittert

Kreativität und informatische Bildung im Sachunterricht

Abstract

Im folgenden Beitrag wird der Frage nachgegangen, wie Kreativität und informatische Bildung im Sachunterricht vereint werden können. In der Kreativitätsforschung herrscht Konsens darüber, dass Kreativität eine der wichtigsten Persönlichkeitseigenschaften für das Lösen von Problemen ist. Das Schaffende und gleichzeitig Problemlösende ist ebenso zentral in der Informatik: Die Entwicklung neuer Informatiksysteme hat oft zum Ziel, ein weltliches Problem zu lösen – sei es einen Weg zu finden oder mehr über bisher verborgene Lebenswelten von Tieren und Pflanzen zu erfahren. Schließlich versteht es der Sachunterricht als seine Aufgabe, Zugänge zur Lebenswelt der Schüler:innen und dem, was zu dem sie umgebenden Alltag gehört, zu eröffnen.

Die Kombination dieser Bereiche scheint vielversprechend: Informatiksysteme gehören bereits zum Alltag von Grundschulkindern und damit auch in den Sachunterricht. Hier besteht zudem die Möglichkeit, informatische Bildung mit natur- und gesellschaftswissenschaftlichen Themen zu verknüpfen, wodurch vielperspektivisches Lernen ermöglicht wird. Themen wie Mobilitätsbildung oder Lebensräume von Tieren können beispielsweise mit Robotern thematisiert werden. Dabei können die Schüler:innen kreativ gestaltend tätig werden, indem sie eigene Welten erschaffen, die durch eigene Wegpunkte, Ziele oder Hindernisse gekennzeichnet sind. Das hier beschriebene Konzept zeigt auf, wie Lernroboter im Sachunterricht eingesetzt werden können und welche Rolle Kreativität und informatische Bildung dabei einnehmen.

1 Einleitung

Kreativität gilt als eine der Schlüsselqualifikationen des 21. Jahrhunderts, die mit Blick auf die besonderen Herausforderungen dieser Zeit immer wichtiger erscheint. Für das Lösen von Problemen und Schwierigkeiten, auch und insbesondere technischer Natur, ist Kreativität laut Runco (2004) eine der wichtigsten Persönlichkeitseigenschaften, was in der Kreativitätsforschung schon lange Konsens scheint. Obwohl Kreativität derzeit auch im Bildungsdiskurs viel diskutiert wird und die Bedeutung für viele verschiedene Lernbereiche und Fähigkeiten, wie z.B. informatische oder naturwissenschaftliche Bildung oder soziale Kompetenz, hervorgehoben wird, hat sich in der pädagogischen

Praxis die Betrachtung von Kreativität und deren Nutzen noch nicht durchgesetzt (Barbot & Heuser 2017; Beghetto 2010; Spencer & Lucas 2018).

In der Informatik nimmt Kreativität als schöpferische Tätigkeit eine zentrale Rolle ein: Modellierungstätigkeiten erfordern und fördern gleichzeitig die Anwendung von Kreativität (Schubert & Schwill 2011). Aus eigenen Ideen werden durch informatische Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen lauffähige Programme, Spiele oder ganze interaktive Systeme, die eine wahrnehmbare Form erhalten. Die Förderung von Kreativität im Informatikunterricht sei entsprechend eines der wichtigsten Ziele (Hubwieser 2013).

Um Forderungen nach informatischer Bildung in allen Bildungsbereichen, wie der der Ständigen Wissenschaftlichen Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK 2022) zu folgen, möchten wir folgend einen Ansatz beschreiben, der dem Ziel folgt, Kreativität in und durch informatische Bildung in der Grundschule zu fördern.

2 Grundbegriffe der Kreativitätsforschung

Kreativität ist ein in der Forschung viel diskutierter und höchst unterschiedlich definierter Begriff. Dieser Diskurs wird in aller Kürze aufgegriffen. Zum einen ist die Diskussion, ob Kreativität ein latentes und damit schwer bis gar nicht änderbares Persönlichkeitsmerkmal ist oder, ob es sich bei Kreativität um eine erlernbare Fähigkeit handelt, wesentlich für den Bildungskontext. Erstes würde bedeuten, dass die Kreativität einer Person Einfluss auf das Lernen haben könnte, letzteres würde auch umgekehrt zulassen, dass entsprechend gestalteter Unterricht die Kreativität von Schüler:innen beeinflussen könnte. Die Forschung ist bei dieser Frage uneins. Ebenso gehen auch die Sichtweisen zur Frage, ob Kreativität generisch oder domänen spezifisch ist, auseinander (Baer 2010; Barbot u.a. 2016; Silvia u.a. 2009). Neben diesen spezifischen Fragen ist auch die allgemeine Definition von Kreativität nicht eindeutig und einheitlich möglich. Als sinnvolle Definition von Kreativität im (naturwissenschaftlichen) Bildungskontext hat sich die Definition von Bliersbach und Reiners (2017) erwiesen. Hier werden alle vier Komponenten von Kreativität aufgegriffen: die kreative Person, das kreative Produkt, das kreative Umfeld und der kreative Prozess. Dabei diskutieren die Autoren, dass alle vier Aspekte im Unterricht eine Rolle spielen könnten, wie folgt:

„Kreativität beschreibt das in jedem Menschen innewohnende Potential, mit Hilfe von verschiedenen metakognitiven Strategien, die vor allem auf dem Ausbrechen aus bekannten Strukturen und der Rekombination von Wissen beruhen, etwas für dessen jeweiliges Umfeld gleichsam Neues und Relevantes zu schaffen. (Bliersbach & Reiners 2017, 324)“

Zur Definition von Kreativität ist auch die Auseinandersetzung mit den Begriffen divergentes und kreatives Denken wesentliche Grundlage. Divergentes Denken lässt sich mit zahlreichen bestehenden Instrumenten relativ einfach messen, die Messung von Kreativität ist dagegen sehr viel schwieriger. Daher wird beides in vielen Studien häufig gleichgesetzt (z.B. Brophy 2006; Cropley 2006; Garaigordobil 2006). Divergentes Denken ist jedoch nur ein unverzichtbarer Teil des kreativen Denkens. So stellt zum Beispiel Runco (2006, 249) in der Einleitung zu einem Sammelband zum Thema *Kreativität* fest: „Eine Gemeinsamkeit der verschiedenen Artikel ist der Gedanke, dass divergentes Denken nicht gleichbedeutend mit Kreativität ist. Vielmehr ist es ein Prädiktor für Kreativität“. Divergent Denken bedeutet im Kern *anders denken*. Dieses *anders denken* ist zwar ein wesentlicher Teil von kreativem Denken, dieses geht jedoch darüber hinaus. Zum kreativen Denken gehört, dass eine Idee oder ein Gedanke nicht nur anders, sondern auch zielführend ist.

Neben all den begrifflichen Unklarheiten, scheint jedoch sicher zu sein, dass Kreativität und auch die Möglichkeit zur kreativen Entfaltung im Bildungskontext, insbesondere im Sachunterricht, eine Rolle spielen sollte (Holzapfel u.a. 2022).

3 Kreativität in der informatischen Bildung

In der informatischen Bildung spielt Kreativität ebenso eine maßgebliche Rolle. In den Bildungsstandards der Primarstufe wird informatisches Modellieren (und Problemlösen) als kreativer Prozess beschrieben, der Theorie, Abstraktion und Design miteinander verknüpft (Humbert u.a. 2019). Der Prozess der Modellierung wird als zentrale Aktivität der Informatik beschrieben, die auf den drei Masterideen *strukturierte Zerlegung*, *Sprache* und *Algorithmisierung* fußt (Schubert & Schwill 2011; Schwill 1993). Demnach wird ein System analysiert und es werden modellrelevante Eigenschaften abgeleitet, bevor es mittels einer Beschreibungssprache präzisiert und schließlich durch Algorithmisierung simuliert wird (ebd.). Diese Modellierung beschreibt Romeike schließlich als kreativen Prozess, der die Anwendung von Kreativität notwendig macht und fördert (Romeike 2011). Kreativität in ihrer Form als schaffender, konstruktiver Prozess ist somit als zentraler Baustein der Informatik als modellbildende Wissenschaft zu begreifen.

Seymour Paperts konstruktionistische Sichtweise beschreibt dieses Vorgehen auf ähnliche Weise: aus Ideen und mentalen Vorstellungen werden Modelle entwickelt und umgesetzt, die am Ende eines Prozesses eine wahrnehmbare Form erhalten und zu einem realen Produkt werden (Papert 1980). Durch die Entwicklung von Programmiersprachen und Robotern für Kinder wurden Zugänge zu Lernthemen eröffnet, die zuvor eher fortgeschrittenen Lernenden

vorbehalten waren (Resnick u.a. 1998). Aufbauend auf den schöpferischen Tätigkeiten, die bereits Friedrich Fröbel im 19. Jahrhundert als Grundbaustein spielerischen Lernens im Kindergarten betrachtete, beschreibt Mitchel Resnick diese kreativen Tätigkeiten als *Kindergartenlernen*, was er ebenso für schulisches Lernen im Zusammenhang mit Programmierung vorschlägt. Entsprechend dieser spielerischen Herangehensweise wird ein kreativer Lernprozess beschrieben, der bei der Vorstellung der Kinder beginnt und an dem das Kreieren an zweiter Stelle folgt (Resnick 2007). Auf die anschließenden Phasen des Spielens, Teilen und Reflektierens folgt die nächste Iteration des spiralförmigen Prozesses, die erneut von den Vorstellungen der Lernenden ausgeht. Ziel dessen ist es, junge Menschen zu kreativen Denker:innen werden zu lassen (ebd.).

Dieser konstruktionistische Zugang zur Informatik wurde und wird bereits vielfältig umgesetzt, insbesondere durch den Einsatz von Mikrocontrollern als sogenanntes *physical computing* (Dittert u.a. 2016; Przybylla & Romeike 2012). Die Existenz und die weitere Entwicklung vielfältiger Materialien, insbesondere auch für den Einsatz in Grundschulen, eröffnet neue Räume zur Entfaltung kreativer Möglichkeiten im Unterricht. Den ursprünglichen Ideen Fröbels und seiner Gaben zum kreativ-spielerischen Lernen folgend, bezeichneten Zuckerman u.a. (2005) entsprechend *physical computing toolkits* als *digitale Fröbelgaben*, da es sich hierbei um nicht-vordefiniertes Material zum Designen und Modellieren diverser realer Welten handelt. Diese ermöglichen den konstruktiv-kreativen Zugang zu informatischen sowie zu interdisziplinären Inhalten, was im Zentrum des hier beschriebenen Ansatzes steht.

Ausgangspunkt des vorliegenden Konzepts bilden digitale Fröbelgaben, die zuvor für ein Projekt in europäischen Kindergärten entwickelt wurden und die eine Hilfestellung zur Entfaltung kreativer Prozesse bieten sollen (Dittert u.a. 2021). Während ursprünglich die Begleitung auf dem Weg zum sehr freien Forschen im Zentrum stand, möchten wir nun gezielt die hier kreativen Prozesse *Welten gestalten, Geschichten erzählen und Algorithmisieren* in den Mittelpunkt stellen.

Einen ähnlichen Ansatz wählten Tengler u.a. (2022), die Geschichten erzählen mit Robotern in der Primarstufe umsetzen, ebenso mit der Absicht informatische Bildung in die Grundschule zu bringen. Sie kommen zu dem Schluss, dass die Kombination von Geschichten und Robotik einen geeigneten Zugang zu Informatik in der Grundschule bieten. Tzagkaraki u.a. (2021) stellten ebenso in ihrem Literaturreview heraus, dass sich Lernroboter positiv im Lernprozess auswirken und auch Einfluss auf informatische Kompetenzen sowie auf die Kreativität haben. Der Einsatz von Lernrobotern, die Kinder selbst programmieren können, hat sich in der Grundschule also bereits als positiv herausgestellt und bietet möglicherweise kreative Zugänge zu weiteren Lernthemen, die bisher nicht im Fokus der Forschung standen.

4 Informatik in der Grundschule

Die Notwendigkeit der Einbindung informatischer Inhalte in alle Schulfächer und -stufen ist mittlerweile unumstritten. Verschiedene Ansätze widmen sich diesem Thema (Bergner u.a. 2018; Schmid u.a. 2018), wobei im deutschen Diskurs die klare Zuordnung zu einem konkreten Fach in der Grundschule noch aussteht. Da die Abbildung der Lebenswelt im Sachunterricht angesiedelt ist, scheint es zunächst naheliegend, dort informatische Bildung in der Grundschule zu verankern. Inhalte, die in der Grundschule thematisiert werden sollen, sind in den „Bildungsstandards der Gesellschaft für Informatik e.V.“ (GI) zu finden (Humbert u.a. 2019). Sie umfassen unter anderem den Prozessbereich *Modellieren und Implementieren*, der dort ebenso als kreativer Prozess beschrieben wird. Diese Kompetenzen finden sich in der naturwissenschaftlichen und technischen Perspektive des Sachunterrichts ebenfalls wieder (GDSU 2013). Beispielhaft beschreiben Humbert u.a. (2020) das Erstellen von Abläufen zur Steuerung von Robotern als konkrete Aktivität, die auf die Kompetenzen der Bereiche *Modellieren und Implementieren* sowie *Information und Daten* abzielt.

5 Kreatives Programmieren des BlueBots

Der hier umgesetzte Ansatz rückt die Erstellung von Abläufen zur Steuerung eines Roboters in den Mittelpunkt. Dazu wurde eine Intervention entwickelt, die es Grundschulkindern ermöglicht, einen ersten, spielerischen Zugang zur Programmierung zu erhalten und sich dabei in mehreren Bereichen gleichzeitig kreativ auszudrücken. Kinder erstellen und programmieren nicht nur den Weg für einen Roboter, sie erfinden gleichzeitig eine Geschichte in einer nicht vorgefertigten Welt. Dabei ermöglicht der Einsatz des BlueBots die Wegprogrammierung, die jedoch nicht auf einer der zahlreichen, vorgefertigten Matten, die als Ergänzung für den BlueBot bereits käuflich sind, stattfindet, sondern sich dadurch auszeichnet, dass die Kinder auch das Feld, auf dem der BlueBot agiert, inklusive seiner Form und Wege selbst gestalten können. Ein System aus Holzpuzzleteilen, deren Größe einem Schritt des Roboters entspricht und die teilweise bemalt werden können, lädt zur Gestaltung einer Umgebung, in der die Geschichte stattfindet, ein (siehe Abb. 1).

Nach einer kurzen Einführung in die Bedienung des Lernroboters BlueBot erhalten die Kinder die Aufgabe, sich eine Geschichte zu einem Thema Ihrer Wahl auszudenken und dazu ein Feld aus Holzpuzzleteilen für den BlueBot zu legen. Der Kontext der Geschichte kann dabei durch die Kinder selbst gewählt werden. Denkbar sind alle möglichen Kontexte, wie beispielsweise der Lebensraum eines Tieres oder der Weg zur Schule. Zur Erstellung des Feldes

haben die Kinder eine Start- und eine Zielkachel, 13 Blankokacheln, die der BlueBot überfahren darf und fünf weitere Kacheln, die mit Tafellack lackiert wurden und entsprechend der Geschichte, die sich die Kinder überlegen, mit Hindernissen gestaltet werden sollen, die der BlueBot nicht überfahren darf (siehe Abb. 1 links). Ziel ist es, den BlueBot entsprechend der Geschichte und der passend gestalteten Kacheln so zu programmieren, dass er vom Start zum Ziel gelangt (siehe Abb. 1 rechts). Während der Roboter den Weg zurücklegt, erzählen die Kinder die dazu passende Geschichte.

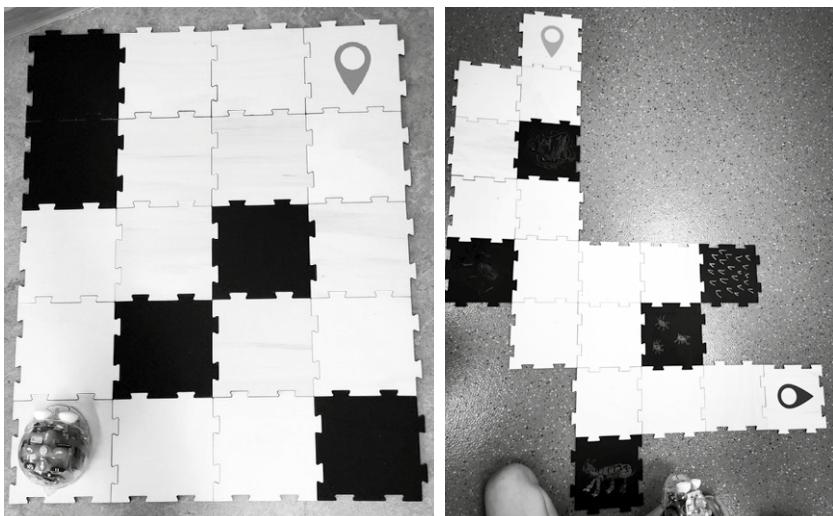


Abb. 1: Das Feld vor (links) und nach (rechts) der Entwicklung einer Geschichte durch Grundschulkinder (eigene Darstellung)

Zur kreativen Entfaltung ist die Öffnung von Unterrichtszenarien notwendig. Diese Öffnung kann zum Beispiel zeitlich, thematisch oder örtlich sein (Klippert & Clemens 2007). In dem hier vorgestellten Szenario ist die freie Wahl des thematischen Inhalts und die individuelle Gestaltung der Fläche aus Puzzlekacheln sowie eine Bemalung von einigen Kacheln möglich. Eine weitere Öffnung, wie sie im Vorgängerprojekt explizit erwünscht war, ist aufgrund der Struktur hier nicht vorgesehen.

Die konkrete Aufgabe erfordert nicht nur für die Lösung der Programmieraufgabe Kreativität, sondern auch die (eigene) Gestaltung der Lernumgebung ermöglicht die kreative Entfaltung. Im Sinne der Kreativitätsforschung liegt der Schwerpunkt also auf dem kreativen Prozess – der Gestaltung des Weges

und der Entwicklung der Geschichte – und einem kreativen Produkt – die wahrnehmbare Umsetzung der Geschichte. Gleichzeitig bedarf es aber auch einer kreativen Person, da die Schüler:innen selbst schöpferisch tätig werden, indem sie die Kacheln bemalen und sich eine Geschichte ausdenken. Die drei Aspekte, kreatives Produkt, kreativer Prozess und der kreative Ausdruck der Person, können höchst unterschiedlich sein, was spannende Ansätze für die Forschung bietet. Ebenso soll das kreative Umfeld, das hier entsteht, in den Fokus der Forschung rücken.

Betrachten wir hier wieder die Modellbildung nach Schwill (1993), so lassen sich die drei Elemente Welten gestalten, Geschichten erzählen und Roboter programmieren auf seine drei Masterideen übertragen. Das Gestalten einer Welt spiegelt die Ideen wider, die für das Kind hier modellrelevant sind. Dies kann in Märchen ein Pfefferkuchenhaus sein oder in der eigenen Geschichte der Supermarkt an der Ecke, der auf eine der Tafelkacheln gemalt wird. Die sprachliche Beschreibung ist die erzählte oder geschriebene Geschichte selbst, die mit der gesamten Umgebung und im Zusammenspiel mit dem Roboter erzählt wird. Die Simulation wird durch den, mit dem BlueBot ausgeführten, (einfachen) Algorithmus umgesetzt. Damit setzt der hier dargestellte Prozess die Phasen der Modellbildung um, die Schwill als fundamental für die Informatik herausstellt.

Mit dem Lernangebot sollen die Kinder erste Informatikgrundlagen mittels Programmierung des BlueBots im Kontext des Geschichtenerzählens erlernen. Im Rahmen des Forschungsprojekts *KreaSach Pro* wird diese Intervention mit einem auf Tsarava und Roman-Gonzalez (2020) basierenden Testinstrument, welches Pre-Post erhoben wird und aus acht Items besteht, evaluiert. Zusätzlich werden Testinstrumente zur Kreativität (Landmann u.a. 2014; Torrance 1966) zum Pre-Testzeitpunkt sowie zu Kontrollvariablen, wie Interesse basierend auf PISA (Ramm u.a. 2006) und Freizeitaktivitäten, eingesetzt. Post wird ergänzend die Lernfreude (adaptiert nach Schmitt 2022) untersucht.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Eine Vielzahl an Tools bietet diverse Möglichkeiten, informatische Bildung in der Grundschule mit kreativen und spielerischen Settings zu verbinden. Der hier vorgestellte Ansatz zeigt eine Möglichkeit, mit der der Einstieg in die Informatik über den Prozess der Modellierung durch das Gestalten von Welten, das Erzählen von Geschichten und das Algorithmisieren gelingen kann. Kreativität wird hierbei als Prozess des anders und gleichzeitig zielführenden Denkens einbezogen. In diesem Setting sollen zunächst die kreativen Produkte, die kreativen Prozesse und die kreative Person betrachtet werden, sowie schließlich auch das gesamte kreative Umfeld, das hier erschaffen wird.

Gleichzeitig werden erste Programmierkompetenzen der Kinder in den Blick genommen. Von besonderem Interesse sind mögliche Wechselwirkungen und Zusammenhänge zwischen den beschriebenen Kreativitätsdomänen und den Programmierkompetenzen.

Literatur

- Baer, J. (2010): Is Creativity Domain Specific? In: J. C. Kaufman & R. J. Sternberg (Hrsg.): *The Cambridge Handbook of Creativity*. Cambridge: University Press, 321–341.
- Barbot, B. & Heuser, B. (2017): Creativity and Identity Formation in Adolescence: A Developmental Perspective. In: M. Karwowski & J. C. Kaufman (Hrsg.): *The Creative Self, Explorations in Creativity Research*. San Diego: Academic Press, 87–98.
- Barbot, B., Besançon, M. & Lubart, T. (2016): The generality-specificity of creativity: Exploring the structure of creative potential with EPoC. In: *Learning and Individual Differences*, 52, 178–187.
- Beghetto, R. A. (2010): Creativity in the Classroom. In: J. C. Kaufman & R. J. Sternberg (Hrsg.): *The Cambridge Handbook of Creativity*. Cambridge: University Press, 447–464.
- Bergner, N., Köster, H., Magenheim, J., Müller, K., Romeike, R., Schroeder, U. & Schulte, C. (2018): Frühe informatische Bildung – Ziele und Gelingensbedingungen für den Elementar- und Primarbereich. Opladen: Verlag Barbara Budrich.
- Bliersbach, M. & Reiners, C.S. (2017): Kreativität und Chemie? In: *Chem. Unserer Zeit*, 51, 324–331.
- Brophy, D. R. (2006): A Comparison of Individual and Group Efforts to Creatively Solve Contrasting Types of Problems. In: *Creativity Research Journal*, 18, 293–315.
- Cropley, A. (2006): In Praise of Convergent Thinking. In: *Creativity Research Journal*, 18, 391–404.
- Dittert, N., Thestrup, K. & Robinson, S. (2021): The SEEDS pedagogy: Designing a new pedagogy for preschools using a technology-based toolkit. In: *Int. J. Child-Comp. Interact*, 27. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2020.100210>
- Dittert, N., Wajda, K. & Schelhowe, H. (2016): Kreative Zugänge zur Informatik: Praxis und Evaluation von Technologie-Workshops für junge Menschen. Bremen: inform.attraktiv.
- Garaigordobil, M. (2006): Intervention in Creativity With Children Aged 10 and 11 Years: Impact of a Play Program on Verbal and Graphic-Figural Creativity. In: *Creativity Research Journal*, 18, 329–345.
- GDSU (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts) (Hrsg.) (2013): Perspektivrahmen Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Holzapfel, M. A., Jaggy, A.-K. & Brückmann, M. (2022): Creativity in German Science Education in Elementary Schools: Preservice Teachers' Perspective on Whether It Is Essential, Possible or Completely Unnecessary. In: *Creativity in German Science Education in Elementary Schools*, 13, 1421–1438. <https://doi.org/10.4236/ce.2022.134087>
- Hubwieser, P. (2013): Didaktik der Informatik: Grundlagen, Konzepte, Beispiele, Springer-Lehrbuch. Berlin Heidelberg: Springer.
- Humbert, L., Best, A., Micheuz, P. & Hellwig, L. (2020): Informatik – Kompetenzentwicklung bei Kindern. In: *Informatik Spektrum*, 43, 85–93.
- Humbert, L., Herper, H., Best, A., Borowski, C., Freudenberg, R., Fricke, M., Haselmeier, K., Hinz, V., Müller, D., Schwill, A. & Thomas, M. (2019): Empfehlungen der GI – Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich. Informatik für alle. Bonn: GI. <https://doi.org/10.18420/infos2019-c9>
- Klippert, H. & Clemens, E. (2007): Eigenverantwortliches Arbeiten und Lernen: Bausteine für den Fachunterricht. Weinheim: Beltz.

- Landmann, N., Kuhn, M., Piosczyk, H., Feige, B., Riemann, D. & Nissen, C. (2014): Entwicklung von 130 deutschsprachigen Compound Remote Associate (CRA)-Worträtseln zur Untersuchung kreativer Prozesse im deutschen Sprachraum. In: *Psychologische Rundschau*, 65, 200–211.
- Papert, S. (1980): *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books, Inc.
- Przybylla, M. & Romeike, R. (2012): My Interactive Garden – A Constructionist Approach to Creative Learning with Interactive Installations in Computing Education. *Constructionism: Theory, Practice and Impact*. In: C. Kynigos, J. E. Clayton & N. Yiannoutsou (Hrsg.): *Constructionism: Theory, Practice and Impact: Constructionism*; 21. bis 25. August 2012 Athen. Athen: Vivliosynergatiki S.A., 395–404.
- Ramm, G., Adamsen, C., Neubrand, M., Prenzel, M., Baumert, J., Blum, W., Lehmann, R. & Deutsches PISA-Konsortium (Hrsg.) (2006): *PISA 2003: Dokumentation der Erhebungsinstrumente*. Münster u.a.: Waxmann.
- Resnick, M. (2007): All I really need to know (about creative thinking) I learned (by studying how children learn) in kindergarten. In: B. Schneiderman (Hrsg.): *Creativity and Cognition 2007. Seeding Creativity: Tools, Media and Environment: Creativity and Cognition*; 13. bis 15. Juni 2007 Washington DC. Washington: ACM, 1–6.
- Resnick, M., Martin, F., Berg, R., Borovoy, R., Colella, V., Kramer, K. & Silverman, B. (1998): Digital manipulatives: new toys to think with. In: C. M. Karat, A. Lund, J. Coutaz & J. Karat (Hrsg.): *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. New York: Addison-Wesley Publishing Co., 281–287. <https://doi.org/10.1145/274644.274684>
- Romeike, R. (2011): Kreativität im Informatikunterricht. In: S. Schubert & A. Schwill (Hrsg.): *Didaktik der Informatik*. Wiesbaden: Springer, 355–376
- Runco, M.A. (2004): Creativity. In: *Annu. Rev. Psychol.*, 55, 657–687. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.55.090902.141502>
- Runco, M.A. (2006): Introduction to the Special Issue: Divergent Thinking. In: *Creativity Research Journal*, 18, 249–250. https://doi.org/10.1207/s15326934crj1803_1
- Schmid, U., Weitz, K. & Gärtig-Daugs, A. (2018): Informatik in der Grundschule. In: *Informatik Spektrum* 41, 200–207. <https://doi.org/10.1007/s00287-018-1103-4>
- Schmitt, M.-T. (2022): Entwicklung und Evaluation einer digitalen Lerneinheit zur Einführung des differenzierten Atommodells. Ergebnisse einer explorativen quasi-experimentellen Studie in der Sekundarstufe I. Carl von Ossietzky Universität Oldenburg. Oldenburg.
- Schubert, S. & Schwill, A. (2011): *Didaktik der Informatik*. Wiesbaden: Springer.
- Schwill, A. (1993): Fundamentale Ideen in Mathematik und Informatik. Fundamentale Ideen. Online unter: <http://www.informatikdidaktik.de/forschung/schriften/zdm.pdf> (Abrufdatum: 05.01.2024).
- Silvia, P.J., Kaufman, J.C. & Pretz, J.E. (2009): Is creativity domain-specific? Latent class models of creative accomplishments and creative self-descriptions. In: *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 3, 139–148. <https://doi.org/10.1037/a0014940>
- Spencer, E. & Lucas, B. (2018): Understanding the role of creative self-efficacy in youth social action: A Literature Review. University of Winchester. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.22150.27205>
- SWK (Ständige Wissenschaftliche Kommission der Kultusministerkonferenz) (Hrsg.) (2022): Digitalisierung im Bildungssystem: Handlungsempfehlungen von der Kita bis zur Hochschule. Gutachten der Ständigen Wissenschaftlichen Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK). <https://doi.org/10.25656/01:25273>
- Tengler, K., Kastner-Hauler, O., Sabitzer, B. & Lavicza, Z. (2022): The Effect of Robotics-Based Storytelling Activities on Primary School Students' Computational Thinking. In: *Education Sciences*, 12, 10. <https://doi.org/10.3390/educsci12010010>
- Torrance, E.P. (1966): *Torrance tests of creative thinking: norms-technical manual: verbal tests, forms A and B; figural tests, forms A and B*. Princeton: Personnel Pres. Inc.

- Tsarava, K. & Roman-Gonzalez, M. (2020): Computational Thinking: Cognition, Assessment, and Curriculum Design. <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/4TP9C>
- Tzagkarakis, E., Papadakis, S. & Kalogiannakis, M. (2021): Exploring the Use of Educational Robotics in Primary School and Its Possible Place in the Curricula. In: M. Malvezzi, D. Alimisis & M. Moro (Hrsg.): Education in & with Robotics to Foster 21st-Century Skills, Studies in Computational Intelligence. Basel: Springer International Publishing, 216–229. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77022-8_19
- Zuckerman, O., Arida, S. & Resnick, M. (2005): Extending Tangible Interfaces for Education: Digital Montessori-inspired Manipulatives. In: W. Kellogg & S. Zhai (Hrsg.): CHI 2005. Technology, Safety, Community: Conference on Human Factors in Computing Systems; 2.bis 7. April 2005 Portland, Oregon. New York: ACM, 859–868. <https://doi.org/10.1145/1054972.1055093>

Autorinnen

Holzapfel, Marisa Alena, Jun. Prof. Dr.

Universität Greifswald

Ernst-Lohmeyer Platz 3, 17487 Greifswald

marisa.holzapfel@uni-greifswald.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Didaktik der Informatik,

Kreativität im Sachunterricht, Humor im Sachunterricht,

Augmented und Virtual Reality im Sachunterricht,

Übergang vom Primar- in den Sekundarbereich

Dittert, Nadine, Prof. Dr.

Universität Koblenz

Universitätsstraße 1, 56070 Koblenz

dittert@uni-koblenz.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Didaktik der Informatik,

Digital Fabrication und Making in der Informatik,

Zugänge zur Informatik, Bild der Informatik,

Kreativität und Problemlösen

Jan Grey und Inga Gryl

Organisationale Diffusion informatischer Bildung für die Lehrkräftebildung und den grundschulischen Unterricht

Abstract

Grundschulunterricht hat, insbesondere im Fach Sachunterricht, die Aufgabe, eine digitale (Grund-)Bildung (Irion 2020) zu vermitteln, die aus medienbildenden und informatischen Anteilen besteht. Die Implementierung von z. B. Lerngegenständen in Organisationen bzw. lernenden Systemen wird u. a. anhand der Diffusionstheorie von Rogers (2003) beforscht. In diesem Beitrag soll untersucht werden, inwiefern informatische Bildung als Ziel der Lehrkräftebildung und des schulischen Unterrichts in entsprechenden Curricula ausgewiesen wird und welche Inhalts- und Kompetenzbereiche fokussiert werden.

Der zu untersuchende Diffusionsprozess ist entsprechend der Klassifizierung nach Rogers (2003) autoritär. Die Organisationsziele, in diesem Falle Curricula, können als handlungsleitende Dimensionen für die Organisationsmitglieder verstanden werden, weshalb ihnen eine besondere Relevanz für die Einbettung in den Unterricht und die Hochschullehre zukommt. Demzufolge werden Sachunterrichtslehrpläne der 16 Bundesländer und Studiengangscurricula von 39 lehrkräftebildenden Hochschulen für das Lehramt Grundschule Sachunterricht hinsichtlich informatischer Anteile mittels einer strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse (Kuckartz 2018) untersucht, sodass der Diffusionsprozess aufgedeckt werden kann.

1 Informatische Bildung als Innovation für die Lehrkräftebildung und den grundschulischen Unterricht

Kindern und Jugendlichen begegnen digitalen Technologien in ihrem alltäglichen Leben. Insofern muss schulische Bildung – mit dem Anspruch der Vorbereitung auf die Lebenswirklichkeit – diesem Umstand in Inhalten und Kompetenzen Rechnung tragen. Insbesondere der Grundschule kommt eine Schlüsselfunktion zu, um alle Kinder zu handlungs- und gestaltungsfähigen Individuen in einer digitalen Welt zu bilden (GDSU 2021). Eine digitalisierungsbezogene Bildung ist hierfür der sinnhafteste Weg, die medienbildende und informative Anteile vereint.

Die Medienbildung forciert eine Bildung *mit* Medien, das Sprechen *über* Medien und das Lernen *durch* Medien (Pettig & Gryl 2023). (Digitale) Medien

sind damit Medium, Gegenstand und Bezugspunkt des Lernens. Kinder werden zu einem reflexiven, mündigen und gestaltenden Umgang mit der eigenen Lebenswelt und Medien befähigt.

Informatische Bildung soll Kindern durch digitale Anwendungen und analoge Zugänge die digital geprägte Welt „aufschließen“. Sie soll Kinder u.a. befähigen, Probleme, die im (Kontext von Informatiksystemen) auftreten, eigenständig und strukturiert zu zerlegen sowie konstruktive Lösungen, im Sinne des *computational thinking* (Wing 2006), zu modellieren. Gleichzeitig kann durch die informatische Bildung unmittelbar an die individuelle Mediensozialisation der Kinder angeknüpft werden, da das alltägliche Leben der Schüler:innen auch in digitalen und hybriden Räumen stattfindet. Die Einbettung informatischer Bildung in die Grundschule wurde bisher zumeist vor dem Hintergrund einer normativen Diskussion über die Implementierung oder die Nicht-Implementierung geführt (Haselmeier 2019), was allerdings mit der Empfehlung zur Einbettung in den Sachunterricht der Ständigen Wissenschaftlichen Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK) kaum noch zu Debatte stehen kann (SWK 2022). Nun kann die Frage nicht mehr lauten, ob informatische Bildung Einzug in die Grundschule erhält, sondern wie dieser Prozess auszustalten ist. Einen Beitrag zur Beschreibung der Gelingensbedingungen für die Einführung hat Geldreich (2023) vorgelegt, die als Bedingung für die Einbettung die Ausbildung von Grundschullehrkräften hervorhebt.

Daran anknüpfend sind insbesondere die Ziele der Lehrkräftebildung und die Unterrichtsziele in der Schule von Interesse, um eine Einbettung zu ermöglichen. In diesem Beitrag wird der Einbettungsprozess als Innovationsprozess einer Curriculumsinnovation (Aregger 1976) untersucht, es werden also die Zielstellungen untersucht, nach welchen die Lehrkräfte unterrichtet und ausgebildet werden sollen. Schulen und Hochschulen sind als Organisationen bzw. als Organisationssysteme zu verstehen, deren Wechselverhältnis aus gesellschaftlichen und individuellen Ansprüchen in Interaktionssystemen wie Unterricht und Seminaren kulminieren. Sie stehen in einem genuinen Spannungsverhältnis aus makroperspektivischer Bildungspolitik (Fend 2008) und Mikropolitik (Neuberger 2006). Die Struktur der Organisationen lässt sich anhand des Schulstrukturmodells nach Fend (2008) beschreiben: die Mitglieder (Schüler:innen, Lehrer:innen, Studierende und Lehrende) des Systems befinden sich auf der Mikroebene und interagieren auf dieser in institutionalisierten oder nicht-institutionalisierten Settings (Kurtz 2004). Jede Veränderung auf der Makroebene muss auf der Mikroebene verhandelt werden, damit kann die Mikroebene als Austragungsort für Innovationen¹ und deren Diffusion klassifiziert werden.

1 In diesem Beitrag ist Innovation zu verstehen als ein individueller bzw. organisationaler Veränderungsprozess, womit sich die Innovativität bzw. der Grad der Neuartigkeit nicht aus dem

Während schulische curriculare Dokumente auf der Makroebene entwickelt werden, sind die hochschulischen curricularen Dokumente eher auf der Meso-Ebene zu verordnen und sind damit analog zu schuleigenen Lehrplänen oder Schulpolicies, die als Grundlage für den Unterricht dienen. Sie werden weitestgehend von der jeweiligen Hochschule bzw. dem jeweiligen Institut entwickelt, wodurch eine Dezentralisierung der Inhalte sowie der dazugehörigen Zielstellungen zu erwarten ist. Für die vorliegende Untersuchung fokussieren wir die schulische Makro- und die hochschulische Meso-Ebene hinsichtlich der Fragestellungen: Inwiefern ist informatische Bildung bereits Gegenstand lehrkräftebildender und schulischer Curricula? sowie Inwiefern bedingt der aktuelle Entwicklungsstand der Curricula die Einbettung der informatischen Bildung in den schulischen Unterricht? Hierzu wird, wie in Diffusionsstudien üblich, zunächst der Innovationsgegenstand (2.1) erläutert, der Innovationsprozess dargestellt (2.2), die Innovationsentscheidung hinsichtlich ihrer Ebenen diskutiert (2.3) sowie die Typen von Innovationsentscheidungen erläutert (2.4). Anschließend wird die Methodik dieses Beitrages (3) sowie die Ergebnisse der curricularen Dokumente vorgestellt (4). Abschließend wird die Curriculumsinnovation im Spannungsfeld individueller und autoritärer Innovationsentscheidungen (5) sowie *Change Agency* und Widerstand kritisch diskutiert (6).

2 Curriculumsinnovation(sprozesse) in Organisationen

2.1 Der Innovationsgegenstand

Für die vorliegende Untersuchung wird die digitale Bildung als Innovationsgegenstand ausgewählt, welche aus informatikbezogenen und medienbildenden Aspekten besteht (Schmid u.a. 2018). Da beide Bereiche einander bedingen und es deutliche Überschneidungen der Perspektiven gibt, kann die digitale Bildung als Technologiecluster bezeichnet werden, da es sich nicht um eine Einzelinnovation handelt, sondern um eine Kombination aus mehreren, dependenten Einzelinnovationen (Meyer 2004). Der vorliegende Beitrag beschränkt sich auf die Beforschung der Einzelinnovation informatischen Bildung, da die Beforschung des Technologieclusters den Rahmen des Beitrages übersteigen würde. Die informatische Bildung wird basierend auf den „Empfehlungen für die informatische Bildung in Bezug auf den Primarbereich“ (GI 2019) verwendet,

Produkt selbst, sondern der annehmenden Einheit (Individuum oder Organisation), ergibt (Rogers 2003, 12). Veränderung und Innovationen sind begrifflich zu differenzieren, Innovation ist ein Teilbereich von *change*-Prozessen, die sich insbesondere auf die individuelle Ebene und deren Faktoren fokussieren. Veränderungsprozesse meinen im Sinne des *change-management* eine organisationale Veränderung, die in diesen Beitrag lediglich peripher betrachtet wird, dabei kann jedes Organisationsmitglied einen Innovationsprozess durchlaufen (ebd.).

es wird also zwischen Inhalts- und Prozessbereichen unterschieden. Während die Inhaltsbereiche inhaltliche Ausgestaltungen sind (bspw. Informatiksysteme), werden die Prozessbereiche als Kompetenzerwartungen an jeden Inhaltsbereich angelegt.

2.2 Der Innovationsprozess in Organisationen

Die Gestaltung von Innovationsprozessen wird in Anlehnung an Schumpeter (1993) als Dreischritt aus (1.) Inventionsphase, (2.) Institutionalisierung und (3.) Diffusion zugrunde gelegt. Die Invention, also die Entdeckung oder Erfindung des Gegenstandes, wurde für die digitale Bildung bereits geleistet. Inwiefern die Institutionalisierung durch eine Verschriftlichung in curricularen Dokumenten erfolgt, soll in diesem Beitrag untersucht werden. Die Umsetzung der Innovation (Diffusion) muss von Innovationstragenden, also Organisationsmitgliedern auf der Mikroebene, in diesem Falle den Hochschullehrenden in der Lehrkräftebildung und den Lehrkräften in der Schule, geleistet werden (Fullan, 2001). Für die Innovation von Lehrkontexten beschreibt Fullan (2001) einen Zweischritt, welcher einerseits eine Initiierung und andererseits eine Verbreitung umfasst. Die Initiierung ist die Hinwendung der Organisation zu einem Gegenstand und die Diffusion ist die anschließende flächendeckende Nutzung desselben. In diesem Verständnis sind curriculare Dokumente ein wesentlicher Schritt, denn sie bilden die Initiierung und die Institutionalisierung, in diesem Fall einer Curriculumsinnovation (Aregger 1976). Während Schumpeter (1993) (und spätere Adaptionen wie Breiter 2001) die Institutionalisierung von Innovationen forcieren und erst im dritten Schritt auf die individuelle Ebene eingehen, steht diese für Fullan im Vordergrund, da in seinem Verständnis die Innovationstragenden, im vorliegenden Falle Lehrkräfte, die zentrale Größe für Veränderung sind. Entsprechend wird bei dieser Gruppe der Innovationstragenden angeknüpft, um herauszustellen, wie komplex und vielschichtig die Diffusion von Innovationen in die Praxis von Individuen ist. Zu diesem Zweck wird nachfolgend das *Innovation-Decision-Modell* skizziert.

2.3 Modellierung von Innovationsentscheidungen

Inwieweit Individuen Innovationen in Organisationen übernehmen, basiert auf unterschiedlichen Faktoren, die Rogers (2003) in seinem *Innovation-Decision-Modell* modelliert.

Innovationsentscheidungen entwickelt Rogers entlang der früheren Erfahrungen mit der Innovation, dem Bedürfnis, welches die Innovation bedient, sowie der Innovativität des Individuums. Diese ist als Neigung zu Innovationen und die Anpassung an die Normen des umgebenden Systems zu verstehen (Karnowski 2013, 514). Sind diese Faktoren nicht gegeben, wird wahrscheinlich

nicht in den Innovationsprozess eingetreten. Die eigentliche Innovationsentscheidung modelliert Rogers (2003, 169) mit dem *Innovation-Decision-Process*. Damit eine Innovation zur Innovationsentscheidung gelangt, müssen zuvor unterschiedliche Phasen vom *Innovationsempfängenden* durchlaufen werden. Zunächst muss (1.) das Wissen bei den Empfängenden vorhanden sein, um die Adaption der Innovation für die eigenen Zwecke zu ermöglichen. Neben den Innovationsempfängenden kommt, nach Rogers, auch der Innovation eine Bedeutung zu, welcher er die Merkmale (1.) *relative advantage*, (2.) *compatibility*, (3.) *observability*, (4.) *triability* und (5.) *complexity* zuschreibt (Rogers 2003, 15–16). Innovationen müssen also (1.) als vorteilhaft wahrgenommen werden und (2.) zu den Bedürfnissen sowie dem Handeln der Akteur:innen in der Organisation passen. Zudem muss (3.), aus Sicht der Akteur:innen, durch den Einsatz anderer Akteur:innen eine Orientierung geschaffen werden, indem das Handeln Anderer als Referenz wahrgenommen wird. (4.) Das Ausprobieren der Innovation muss als Möglichkeit verstanden werden. (5.) Die Komplexität soll als nicht zu komplex verstanden werden (Karnowski 2013). Ist eine dieser Bedingungen nicht erfüllt, ist die Wahrscheinlichkeit für den Nicht-Einsatz der Innovation deutlich erhöht.

Anschließend an diese Phase folgt die Innovationsentscheidung, die mit den vorangegangenen Faktoren Wissen, Eigenschaften der Innovation und Empfänger:inneneigenschaften in Beziehung gesetzt wird. Rogers entwickelt lediglich zwei mögliche Ausgänge der Innovationsentscheidung: eine Adoption oder eine Ablehnung. Im ersten Fall (Adoption) wird die Innovation implementiert (Phase 4) und bestätigt (Phase 5). Im zweiten Fall (Ablehnung) werden die Phasen 4 und 5 nicht vollzogen und die Innovation findet keinen Einzug in die alltägliche Nutzung. Diesen Prozess modelliert Rogers sowohl für Individuen als auch Organisationen, indem er davon ausgeht, dass Innovationen über die Individuen in Organisationen Einzug halten, weshalb nun einmal anhand des Technologieclusters digitale Bildung die Typen von Innovationsentscheidungen beschrieben werden sollen.

2.4 Typen der Innovationsentscheidung

Unter Rückgriff auf die eingangs eingeführten Ebenen auf welchen die Curriculumsinnovation zu verorten ist, soll im Folgenden eine Übersicht dieser Ebenen vor dem Hintergrund der Innovationsentscheidungstypen entwickelt werden. Die bisher dargestellten Innovationsentscheidungsprozesse bedienen lediglich die Akteur:innensperspektive und gehen von der Auswahlmöglichkeit der handelnden Akteur:innen aus. Diese Annahme kann – insbesondere im Zusammenhang mit Organisationen als nicht notwendige Bedingung angenommen werden, weshalb Rogers unterschiedliche Typen der Innovationsentscheidung entwickelt. Innovationen können (1.) optional, (2.) als kollekti-

ver Konsens oder (3.) autoritär entschieden werden (Rogers 2003, 403). Eine Zusammenschau der Einbettungsebenen und Innovationsentscheidungen findet sich in Tabelle 1.

Tab. 1: Anwendung Innovationsentscheidungstypen (eigene Darstellung)

Innovationsentscheidungstyp	Organisation	
	Schule	Hochschule
Makro-Ebene: autoritär	Curricula	Anforderungen an die Lehrkräftebildung
Meso-Ebene: kollektiv	Schulinternes Curriculum	Studiengangscurrícula
Mikro-Ebene: optional	Planung von Unterricht	Planung von Lehrveranstaltungen

Grundsätzlich gibt es im Bildungssystem in Deutschland unterschiedliche Stoßrichtungen für Innovationen. Die Einführung durch eine Initiierung auf der Makroebene ist dabei eine wesentliche, weil durch einen ouputorientierten *top-down*-Ansatz und Weisungsmöglichkeiten eine Einbettung in der Breite möglich ist. Die Zielstellung erfolgt an dieser Stelle durch eine autoritäre Entscheidung, welche mehr oder weniger demokratisch sein kann, und sich in Curricula bzw. Anforderungen an die Lehrkräftebildung niederschlägt. Die Umsetzung an den konkreten Standorten ist eine kollektive Innovationsentscheidung, Gegenstände werden von den Organisationsmitgliedern in die alltägliche Arbeit aufgenommen. Dieser Prozess wird gewöhnlich von einzelnen Personen getragen, doch wird die Entscheidung gemeinhin als Kollektiv gestaltet. Obwohl die Makro- und die Meso-Ebene handlungsleitend für die Planung und Durchführung von Unterricht bzw. Lehrveranstaltungen sein soll, muss vom methodologischen Individualismus der Organisationsmitglieder (Weede 1992) ausgegangen werden, denn die letztendliche Einbettung wird auf der Mikro-Ebene geleistet. Die Konsequenz ist, dass es sich bei der Einbettung nicht um einen linearen Prozess handelt. Innovationen werden sukzessive in Organisationen eingebunden, wofür Rogers seine bekannte Gauß'sche Verteilung annimmt, die unterschiedliche Gruppierungen von *adopters* beschreibt. Zunächst übernimmt eine kleine Gruppe an Innovator:innen die Innovation, frühe Übernehmer:innen, eine frühe Mehrheit, eine späte Mehrheit und Nachzügler:innen (Karnowski 2011). Die Prämisse, die dieser Verteilung zugrunde liegt, ist, dass Individuen sich bei optionalen Innovationen auch gegen diese entscheiden können, was eine Initialisierung durch Ziele auf der Makro- und Meso-Ebene notwendig macht, damit Lehrenden die Notwendigkeit zur Umsetzung deutlich wird.

3 Untersuchung der Innovationsprozesse anhand von organisationalen Zielen

3.1 Korpus

Für die vorliegende Untersuchung wurden die Studiengangsdokumente – in der Regel Modulhandbücher – von 39 Hochschulstandorten für das Fach Sachunterricht hinsichtlich des u.g. Kategoriensystems untersucht. Es wurden diejenigen Universitäten herangezogen, die Sachunterricht als (Teil-)Studiengang des Lehramts Grundschule lehren, wobei jeweils zwischen den Studiengangsdokumenten des Bachelor- und Masterstudienganges sowie des Staatsexamens unterschieden wird (siehe Tab. 2). Die Ergebnisse und der Datenkorpus für die schulischen Curricula wurde bereits publiziert (Grey & Gryl 2022).

Tab. 2: Übersicht Studiendokumente (eigene Darstellung)

Bundesland	Universität (BA/M.Ed.)
Baden-Württemberg	Freiburg (BA 2021; MA 2015); Heidelberg (BA 2021; MA 2021); Karlsruhe (BA 2022; 2022); Ludwigsburg (BA 2015; MA 2016); Schwäbisch-Gmünd (BA o.J.; MA o.J.)
Bayern (Staatsexamen)	Regensburg (St. 2020)
Berlin	Berlin (BA 2019; MA 2020)
Brandenburg	Potsdam (BA 2019; MA 2023)
Bremen	Bremen (BA 2019; MA 2015)
Hamburg	Hamburg (St. 2020)
Hessen (Staatsexamen)	Frankfurt am Main (BA 2018); Gießen (BA 2019); Kassel (BA 2014)
Niedersachsen	Hannover (BA 2021; MA 2021); Hildesheim (BA 2021; MA 2019); Osnabrück (BA 2015; MA 2015); Vechta (BA 2021; MA 2020);
NRW	Bielefeld (BA 2018; MA 2016); Dortmund (BA 2016; MA 2016); Duisburg-Essen (BA 2022; MA 2022); Köln (BA 2022; MA 2018); Münster (BA 2022; MA 2020); Paderborn (BA 2022; MA 2022); Siegen (BA 2021; MA 2017); Wuppertal (BA 2020; MA 2020)
Saarland	Saarbrücken (BA 2021; MA 2021)
Sachsen	Chemnitz (BA 2022; MA 2022); Dresden (BA 2015; MA 2015); Leipzig (BA o.J.; MA o.J.)
Sachsen-Anhalt	Halle (BA 2019; MA 2019);
Schleswig-Holstein	Flensburg (BA Nawi/GeWi 2020; MA 2020)
Thüringen	Erfurt (BA 2021; MA 2013)

3.2 Erhebungs- und Auswertungsmethode

Die vorliegende Untersuchung ist als Untersuchung eines Teilbereichs des Innovationsclusters Digitale Bildung zu verstehen. Zusätzlich wird entgegen der üblichen Vorgehensweise der Diffusionsforschung ein qualitativer Zugang gewählt, um Diffusion abzubilden (Meyer 2004). Ausgewertet werden die curricularen Dokumente mittels einer strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse (Kuckartz 2018).

3.3 Kategoriensystem

Zu diesem Zwecke wird ein Kategoriensystem deduktiv entwickelt. Zur Beschreibung von informatischer Bildung werden im Folgenden drei wesentliche Bereiche fokussiert, die sich anhand der Kompetenzbeschreibung der Gesellschaft für Informatik (GI) (2019) entwickelt wurden. Dabei wird vor allem auf die Bereiche: 1. *Problemlösung*; 2. *Inhaltsbereiche der Informatik* und 3. *Prozessbereiche der Informatik* verwiesen (siehe Tab. 3).

Tab. 3: Kategoriensystem informatische Bildung (eigene Darstellung)

informatische Bildung	
informatische Bildung → Problemlösung	
Problemlösung (computational thinking)	Die Lernenden sollen im Zuge der informatischen Bildung lernen Probleme mit informatischen Mitteln zu lösen. Damit ist das strukturierte Zerlegen wie auch das konstruktive und kreative Modellieren gemeint ist.
informatische Bildung → Inhaltsbereiche	
Informatik Mensch und Gesellschaft (UK 1.1)	Die Lernenden wählen Informatiksysteme für Aufgabenstellungen gezielt aus. Sie erläutern ausgewählte Chancen und Risiken und wenden Möglichkeiten zum Schutz der Persönlichkeit an.
Informatiksysteme (UK 1.2)	Lernende beschreiben den Aufbau und die Funktionsweise von ausgewählten Informatiksystemen.
Sprache und Automaten (UK 1.3)	Lernende unterscheiden zwischen Automaten und sprachlichen Beschreibungen von Automaten (Automatenmodelle). Lernende nutzen Automatendarstellungen in Spielen (Zustände und Zustandsübergänge; Zustand). Sie begründen, warum formale Sprachen von Automaten einfacher verarbeitet werden können als natürliche Sprachen.
Algorithmen (UK 1.4)	Sie verwenden gegebene und selbst entwickelte Algorithmen zum Lösen von Problemen. Das schließt ein: Lesen, Interpretieren, Darstellen, Entwerfen, Realisieren mit algorithmischen Grundbausteinen, die Brauchbarkeit der Lösung einschätzen.

Information und Daten (UK 1.5)	Lernende erläutern den Zusammenhang von Information und Daten sowie verschiedene Formen der Repräsentation von Information und der Strukturierung von Daten. Studierende formen Daten um und interpretieren diese in Bezug auf die dargestellte Information.
--------------------------------	--

informatische Bildung → Prozessbereiche

Darstellen und Interpretieren (UK 2.1)	Lernende stellen eigene Denkprozesse oder Vorgehensweisen angemessen und nachvollziehbar dar. Dies kann verbal in mündlicher oder in schriftlicher Form sowie durch Darstellungsformen wie Skizzen, Tabellen, Wissensnetze usw. geschehen. Sie interpretieren unterschiedliche Darstellungen von Sachverhalten.
Kommunizieren und Kooperieren (UK 2.2)	Lerner:innen tauschen sich über eigene Denkprozesse oder Vorgehensweisen mit anderen aus. Sie kommunizieren über informatische Gegenstände und Beziehungen in der Umgangssprache und zunehmend auch in der Fachsprache. Sie kooperieren bei der Bearbeitung informatischer Probleme.
Strukturieren und Vernetzen (UK 2.3)	Lerner:innen wenden informatische Prinzipien zum Strukturieren von Sachverhalten an. Sie zerlegen diese Sachverhalte in Bestandteile (Modularisieren und Hierarchisieren), erkennen Zusammenhänge und ordnen diese Bestandteile neu an. Sie verknüpfen informatische Sachverhalte miteinander und mit außerinformatischen Zusammenhängen.
Begründen und Bewerten (UK 2.4)	Lerner:innen stellen Fragen und äußern sich begründet über informatische Zusammenhänge unterschiedlicher Komplexität. Sie erklären Beziehungen und Gesetzmäßigkeiten auf unterschiedlichen Ebenen – mit ihren eigenen Worten – zunehmend auch unter Verwendung der Fachsprache. Die Lerner:innen wenden Kriterien zur Bewertung informatischer Sachverhalte an.
Modellieren und Implementieren (UK 2.5)	Lerner:innen wenden informatische Denk- und Arbeitsweisen auf konkrete Aufgabenstellungen aus ihrer Erfahrungswelt an: Sie erfassen Situationen, erstellen ein informatisches Modell, setzen es mit geeigneten Werkzeugen um und konfigurieren Werkzeuge aufgabenangemessen. Sie beziehen die Lösungen wieder auf die Situation und reflektieren so die informatische Modellierung.

4 Informatische Bildung in der hochschulischen Lehrkräftebildung und im grundschulischen Sachunterricht

Zunächst soll der Blick auf die Lehrkräftebildung gerichtet werden, um darzustellen, inwieweit die informatische Bildung als Inhalts- (UK 1.1-1.5) oder Prozessbereich (UK 2.1-2.5) in den Studiengangsdokumenten eingebettet ist (siehe Tab. 4).

Tab. 4: Anwendung des Kategoriensystems zur informatischen Bildung in Studiengangsdokumenten² (eigene Darstellung)

Universität	UK 1.1	UK 1.2	UK 1.3	UK 1.4	UK 1.5	UK 2.1	UK 2.2	UK 2.3	UK 2.4	UK 2.5
Heidelberg BA(MA)	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Freiburg BA(MA)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Karlsruhe BA(MA)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ludwigsburg BA(MA)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Schwäbisch-Gmünd BA(MA)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Regensburg BA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Berlin BA(MA)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Potsdam BA(MA)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bremen BA(MA)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hamburg BA(MA)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kassel BA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gießen BA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Frankfurt BA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hannover BA(MA)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Osnabrück BA(MA)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vechta BA(MA)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hildesheim BA(MA)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Wuppertal BA(MA)	x	x	-	x	x	-	-	-	-	-
Duisburg-Essen BA(MA)	x	-	-	-	x	-	-	-	-	-
Paderborn BA(MA)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Münster BA(MA)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Köln BA(MA)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dortmund BA(MA)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bielefeld BA(MA)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Siegen BA(MA)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Saarbrücken BA(MA)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dresden BA(MA)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chemnitz BA(MA)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Leipzig BA(MA)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Halle BA(MA)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flensburg BA(MA)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Erfurt BA(MA)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Legende: - = nicht vorhanden; x = vorhanden

2 Für die Auswertung wurde sowohl nach expliziten Nennungen wie auch nach konzeptionellen Synonymen und Umschreibungen gesucht.

Die vorliegenden Ergebnisse verdeutlichen die Problemstelle, welche die informative Bildung in der Lehrkräftebildung bisher hat: eine unzureichende curriculare Einbettung an den einzelnen Hochschulstandorten.

Greift man die informative Bildung als Innovation, oder um mit Aregger (1976) zu sprechen „Curriculumsinnovation“, auf, muss an dieser Stelle konstatiert werden, dass die Einbettung der Informatik für die Grundschullehrkräftebildung auf der Meso-Ebene bisher gar nicht oder nur sehr unzureichend geleistet wurde. Auffällig ist, dass an denjenigen Universitätsstandorten, welche bereits in Pilotprojekte zur Einbettung informatischer Bildung in den Studiengang Sachunterricht (Wuppertal, Duisburg-Essen) eingebunden waren, entsprechende Kompetenzen in das Modulhandbuch integriert wurden. Diese liegen in Nordrhein-Westfalen, wo informative Bildung sich ebenfalls in den Schulcurricula für den Sachunterricht wiederfindet. Es liegt an dieser Stelle nahe, dass die durchgeführten Modellprojekte sich positiv auf die Zielentwicklung curricularer Dokumente ausgewirkt haben.

So wird im Modulhandbuch des Bachelorstudiengangs mit dem Schwerpunkt Naturwissenschaft und Technik sowie Gesellschaftswissenschaften und Technik der Universität Wuppertal explizit auf die „Wechselwirkung zwischen (digitaler) Technik, Natur, Wirtschaft und Politik“ (BA_Wuppertal_NaWi_2023_S. 8) verwiesen. Entsprechend sollen die Studierenden „Basiswissen über technische sowie digitale und informative Systeme und Verfahren sowie über Denk- und Arbeitsweisen der (digitalen Technik und Informatik“ (ebd.) erwerben. Zusätzlich werden informative Gegenstände, Methoden und Ideen der Informatik zum Gegenstand des Sachunterrichtstudiums und stehen damit unmittelbar neben den digitalen Medien. Als explizite Beispiele werden Programmierung, Kryptologie und Robotik herangezogen. Entsprechend können bei der praktischen Ausgestaltung der Lehr-/Lerneinheit unterschiedliche Inhaltsbereiche adressiert werden.

Das Modulhandbuch im Masterstudiengang der Universität Duisburg-Essen legt einen Schwerpunkt auf die informative Bildung als Gegenstand von sozialwissenschaftlichem Sachunterricht mit einem Fokus auf den Inhaltsbereich *Informatik, Mensch und Gesellschaft*. Die Studierenden „erweitern ihre fachdidaktischen und fachwissenschaftlichen Kenntnisse im Bereich der informatischen Grundbildung und reflektieren Möglichkeiten, diese in den Unterricht einzubinden.“ (Duisburg-Essen_MA_2022_S. 5). Anders als bei der Einbettung in Wuppertal wurde hier die unterrichtliche Einsetzbarkeit von informatischer Bildung in den Vordergrund gerückt. Dies ist wohl mit der Einbettung rund um das schulpraktische Praxissemester zu erklären. Insgesamt fällt auf, dass die informative Bildung, wenn eingebunden, dann als Gegenstand mit unterschiedlichen Inhaltsbereichen eingebunden wurde, entsprechende Prozessbereiche sind in den Studiengangsdokumenten bisher nicht berücksichtigt.

Zu einem ähnlichen Befund kann mit Blick auf die schulischen Curricula der 16 Bundesländer gelangt werden³: in wenigen Curricula, welche zumeist neueren Datums sind, wurde eine curriculare Einbettung geleistet und sie ist auf wenige Bundesländer beschränkt. So hat beispielsweise das Land Nordrhein-Westfalen NRW (2021) explizit das *EVA-Prinzip* und das *Programmieren von Sequenzen* als Gegenstände herausgegriffen und verankert diese im Sachunterricht. Ähnliches gilt für den Kernlehrplan Sachunterricht in Sachsen (2019), die einen Schwerpunkt auf eine eher nutzungsorientierte Perspektive legen. Doch kann insgesamt – wie auch bei den Studiengangscurricula – festgestellt werden, dass diese lediglich geringfügig Facetten der informatischen Bildung repräsentieren (Grey & Gryl 2022).

Es zeigt sich also, dass die informatische Bildung bisher nur bruchstückhafte Einbettung in Schule und Lehrkräftebildung erhalten hat. Dies zeigt deutlich, dass die Initialisierung für die Schule bereits eingesetzt hat, für die universitäre Lehrkräftebildung noch ausstehend ist. Selbstverständlich werden sich bereits jetzt Lehrende finden, die bereits über informatische Phänomene unterrichten, doch wird dies – nach Sichtung der Studiendokumente und Lehrpläne in weiten Teilen Deutschlands – eher die Ausnahme sein (Geldreich 2023).

5 Informatische Bildung im deutschen Schul- und Lehrkräftebildungssystem im Spannungsverhältnis von individueller und autoritärer Innovationsentscheidung

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass mit Blick auf die autoritäre Innovationsentscheidung, diese noch nicht für die informatische Bildung getroffen wurde, zwar wurde sie bereits für den Sachunterricht gefordert (SWK 2022) und mancherorts bereits in Curricula eingebettet, doch ist die informatische Bildung kein Organisationsziel von Schule und universitärer Lehrkräftebildung. Entsprechend verlagert sich die Einbettung, mit wenigen Ausnahmen, in die fakultativen, individuellen Entscheidungen einzelner (Hochschul-)Lehrender und Lehrkräfte, die diese Entscheidung vor dem Hintergrund eigener Erwägungen und Ressourcen treffen.

Von diesem Umstand ausgehend wird ebenfalls deutlich, warum die Einbettung in grundschulischen Unterricht zumeist schwierig ist, denn ohne eine entsprechende organisationale Zielsetzung, welche, um mit Fullan (2001) zu argumentieren, als Initiierung zu verstehen ist, wird keine Schulentwicklung in diese Richtung angeregt. Ohne Informatik in den Lehrplänen sind Schulen nicht im Zugzwang diese in die Schulcurricula aufzunehmen und Lehrkräfte –

³ Im Folgenden werden bereits publizierte Ergebnisse herangezogen, welche von Grey und Gryl (2022) veröffentlicht wurden.

in letzter Instanz – müssen sich damit nicht oder lediglich aus dem individuellen Interesse heraus befassen, da sie den Gegenstand nicht curricular legitimieren können und andere Gegenstände dafür ggf. vernachlässigt werden müssten. Doch sollte die curriculare Einbettung nicht als Heilmittel verklärt werden, denn selbst mit entsprechenden Organisationszielen bedarf es zur Entscheidung zu einer Innovation deutlich mehr als nur einer Zielstellung. Um die Diffusion voranzutreiben, müssen Innovationstragende abgeholt bzw. von den Eigenschaften und möglichen Profiten der Innovation überzeugt werden. Die Vorteile, der Nutzen und die Passungsfähigkeit müssen deutlich sein und der Prozess muss von den Akteur:innen auf jeder Ebene des Schulsystems getragen werden.

Ebenso verhält es sich in der hochschulischen Lehre, es fehlt bisher an der autoritären Entscheidung, um die Einbettung zu ermöglichen, da (noch) keine klaren Ziele zur informatischen Bildung in der Lehrkräftebildung vorhanden sind. Doch hat universitäre Lehrkräftebildung zwei deutliche Vorteile gegenüber der Schule, einerseits sind Institute multiprofessionelle Teams, wodurch eine Zielstellung auf unterschiedliche Ausbildungen und Professionen trifft. Andererseits können die Modulhandbücher von Lehrenden selbstständig (mit-)entwickeln, wodurch die Partizipation verstärkt gegeben ist und die Widerstände geringer sind. Nichtsdestotrotz zeigen die Ergebnisse, dass auch in der universitären Lehrkräftebildung eine *top-down*-Zielsetzung notwendig ist, damit die Phase der Einbettung (Diffusion) beginnen kann. Vor dem Hintergrund von Innovationsprozessen im Bildungssystem ergibt sich ein grundlegendes Spannungsverhältnis, das im Folgenden als Implikationen diskutiert werden sollen: (1.) Widerstand gegen Innovationen, (2.) *Change Agency*.

6 Curriculums- und Schulentwicklung im Spannungsverhältnis von Widerstand und *Change Agency*

Ein mögliches Resultat von autoritären Entscheidungen/Zielstellungen ist Widerstand, im Sinne einer Weigerung (Innovations-)Entscheidungen im Sinne der Zielstellung umzusetzen (von Rosenstiel 1998). Eine niederschwellige Möglichkeit dies aufzubrechen, ist Partizipation an Entscheidungsprozessen. Die klassische Arbeit von Coch und French (1948) legt diesen Grundsatz nahe und dieser wird durch die Arbeit von Amann (2009) bestätigt. Je stärker z. B. Lehrkräfte als *Stakeholder* an Entscheidungsprozessen teilhaben können, desto deutlicher unterstützen sie Prozesse. Aregger (1974) konzipiert hierzu das Konzept der *Lehrkräftezentrierten Curriculumsreform*, um Lehrkräfte zu Gestaltenden und Umsetzenden der Veränderung zu machen.

Um dies zu ermöglichen, müssten Schulen als *Lernende Systeme* verstanden werden. Dieser Optimalzustand der Organisationsentwicklung, welcher die permanente Qualifizierung von Lehrkräften und Schulentwicklung forciert, gäbe Schulen die Mittel an die Hand ihre eigene Entwicklung (Schulentwicklung) z.B. im Sinne der informatischen Bildung, sinnhaft voranzutreiben (Fullan 1999). Lehrkräfte sind dabei Agenten der Veränderung, die aufgrund ihrer Möglichkeit zur Weiterentwicklung Veränderungen moderieren können (Ammann 2009).

Eine etwas andere Situation ergibt sich an den Universitäten, die zwar ebenfalls durch autoritäre Entscheidungen bedingt werden, allerdings durch die stärkere Partizipation von Instituten an der Zielentwicklung deutlich mehr Moderationsmöglichkeiten haben, um mit autoritären Zielstellungen umzugehen. Nichtsdestoweniger müssen sowohl Schulen als auch Hochschulen sich selbst als Organisationen in einem beständigen Wandel verstehen. Lehrkräfte und Lehrende sich nicht mehr nur Re-Produzierende von autoritären Zielstellungen oder auch Spielball von Wandel, sondern *Change agents*, die am Entwicklungsprozess von Zielstellungen und Innovationen, ebenso wie an der eigenen Professionalisierung, im Sinne des *Lebenslangen Lernens*, partizipieren sollen. Innovationen sind dann Prozesse, die an die gelebte Praxis und individuelle Dispositionen zur Veränderung anknüpfen und Schule kann als lernende Organisation funktionieren, die Innovationen aufgreift, aushandelt, gestaltet und bewusst einbringt.

7 Fazit

Der vorliegende Beitrag konnte zeigen, dass informatische Inhalts- und Kompetenzbereiche kaum in schulische und lehrkräftebildende Curricula integriert sind. Die Initialisierung des Innovationsprozesses hat entsprechend bisher nicht funktioniert, weshalb nicht davon auszugehen ist, dass die Einbettung in die Schulen bzw. die Hochschulen zeitnah erfolgen wird. Lediglich in einzelnen Fällen – wie ausgewählten Hochschulen in NRW und im Curriculum NRW – finden sich vereinzelt informatische Inhaltsbereiche.

Um nun also die Einbettung sinnvoll zu gestalten, bietet es sich an, die Rolle von Lehrkräften und Lehrenden weg von einer Reproduktion hin zu einer aktiven Gestaltung zu modifizieren, um sie als *Change agents* in dem *Lernenden System* (Hoch-)Schule einzusetzen. Gleichzeitig bedarf es unter anderem sinnhafter Unterrichtsmaterialien zur informatischen Bildung, einer curricularen Einbettung, damit einer Initialisierung möglich ist, und eine Qualifizierung von Lehrenden, um Schulen in *Lernende Systeme* umzuwandeln.

Literatur

- Ammann, M. (2009): Stakeholderpartizipation in der Schule: Ein Beitrag zu einer Organisationstheorie der Schule aus mikropolitischer Perspektive (1. Aufl.). Mering: Hampp.
- Aregger, K. (1974): Lehrerzentrierte Curriculumreform: Planungsformen, Verlauf und organisatorische Modelle eines schulnahen Entwicklungsprojektes. Bern: Haupt.
- Aregger, K. (1976): Innovation in sozialen Systemen. Bern: Haupt.
- Breiter, A. (2001): IT-Management in Schulen: Pädagogische Hintergründe, Planung, Finanzierung und Betreuung des Informationstechnikeinsatzes. München: Luchterhand.
- Coch, L. & French, J.R. P. (1948): Overcoming Resistance to Change. In: *Human Relations*, 1(4), 512–532.
- Fend, H. (2008): Schule gestalten: Systemsteuerung, Schulentwicklung und Unterrichtsqualität. Wiesbaden: Springer.
- Fullan, M. (1999): Die Schule als lernendes Unternehmen: Konzepte für eine neue Kultur in der Pädagogik. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Fullan, M. (2001): The new meaning of educational change. Columbia: Teachers College Press.
- GDSU (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterricht) (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: 05.01.2023).
- Geldreich, K. (2023): Programmieren in der Grundschule – Eine Design Based-Research-Studie. Dissertation, Technische Universität München. Online unter: <https://mediatum.ub.tum.de/doc/1703768/1703768.pdf> (Abrufdatum: 05.01.2023).
- GI (Gesellschaft für Informatik e.V.) (2019): Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich [Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik e.V. erarbeitet vom Arbeitskreis „Bildungsstandards Informatik im Primarbereich“]. Gesellschaft für Informatik e.V. Online unter: <http://dl.gi.de/handle/20.500.12116/20121> (Abrufdatum: 05.01.2023).
- Grey, J. & Grys, 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.
- Haselmeier, K. (2019): Informatik in der Grundschule – Stellschraube Lehrerbildung. Zur Notwendigkeit nachhaltiger informatischer Bildung für angehende Grundschullehrkräfte. In: A. Pasternak (Hrsg.): Informatik für alle: 18. GI-Fachtagung Informatik und Schule, 16. bis 18. September 2019, Dortmund. Bonn: GI, 89–98.
- Irion, T. (2020): Digitale Grundbildung in der Grundschule. In: M. Thumel, R. Kammerl & T. Irion (Hrsg.): Digitale Bildung im Grundschulalter: Grundsatzfragen zum Primat des Pädagogischen. München: Kopaed, 49–84.
- Karnowski, V. (2011): Diffusionstheorien. Baden-Baden: Nomos.
- Karnowski, V. (2013): Diffusionstheorie. In: W. Schweiger & A. Fahr (Hrsg.): Handbuch Medienwirkungsforschung. Wiesbaden: Springer, 513–528.
- Kuckartz, U. (2018): Qualitative Inhaltsanalyse: Methoden, Praxis, Computerunterstützung. Weinheim: Beltz Juventa.
- Kurtz, T. (2004): Organisation und Profession im Erziehungssystem. In: W. Böttcher & E. Terhart (Hrsg.): Organisationstheorie in pädagogischen Feldern: Analyse und Gestaltung. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 43–54.
- Meyer, G. (2004): Diffusion Methodology: Time to Innovate? In: *Journal of Health Communication*, 9, 59–69.
- Neuberger, O. (2006): Mikropolitik und Moral in Organisationen: Herausforderung der Ordnung. Stuttgart: Lucius & Lucius.
- Pettig, F. & Grys, I. (2023): Perspektiven auf Geographieunterricht in einer Kultur der Digitalität – Eine Heterarchie. In: F. Pettig & I. Grys (Hrsg.): Geographische Bildung in digitalen Kulturen. Perspektiven für Forschung und Lehre. Wiesbaden: Springer, 1–19.

- Rogers, E. M. (2003): Diffusion of innovations. London: Free Press.
- Schmid, U., Weitz, K. & Gärtig-Daugs, A. (2018): Informatik in der Grundschule. Eine informatisch-pädagogische Perspektive auf informatikdidaktische Konzepte. In: Informatik Spektrum, 41(3), 200–207.
- Schumpeter, J. A. (1993): Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung eine Untersuchung über Unternehmergeinn, Kapital, Kredit, Zins und den Konjunkturzyklus. Berlin: Duncker und Humblot.
- SWK (Ständige Wissenschaftliche Kommission der Kultusministerkonferenz) (2022): Digitalisierung im Bildungssystem: Handlungsempfehlungen von der Kita bis zur Hochschule – Gutachten der Ständigen Wissenschaftlichen Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK). Online unter: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/KMK/SWK/2022/SWK-2022-Gutachten_Digitalisierung.pdf (Abrufdatum: 05.01.2023).
- von Rosenstiel, L. (1998): Der Widerstand gegen Veränderung: Ein vielbeschriebenes Phänomen in psychologischer Perspektive. In: N. Franke, S. Schrader & C.-F. von Braun (Hrsg.): Innovationsforschung und Technologiemanagement: Konzepte, Strategien, Fallbeispiele. Wiesbaden: Springer, 33–48.
- Weede, E. (1992): Mensch und Gesellschaft: Soziologie aus der Perspektive des methodologischen Individualismus. Tübingen: J. C. B. Mohr.
- 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

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

Empirische Befunde zur Einbettung

*Michael Lachetta, Denise Schmitz, Michael Morawski,
Ludger Humbert und Miriam Kuckuck*

Einschätzungen von Grundschullehrkräften zur Relevanz von informatischer Bildung in der Grundschule

Abstract

In der heutigen Alltagswelt lassen sich viele Phänomene entdecken, die zwar mit dem Stichwort Digitalisierung charakterisiert werden, aber auf der fachlich-wissenschaftlichen Grundlage der Informatik basieren. Entsprechend müssen bereits Kinder der Primarstufe für das Leben in einer sogenannten digitalen Welt mit dem Aufbau notwendiger informatischer Kompetenzen beginnen. Dieser Forderung entspricht das Bundesland Nordrhein-Westfalen zuletzt mit der Ergänzung informatischer Kompetenzen in die neuen Lehrpläne der Grundschule, die für Schüler:innen seit dem Schuljahr 2022/23 gelten. Bisherige Forschungen zeigen, dass Grundschullehrkräfte informatische Bildung als bedeutsam bewerten, jedoch kein ausgeprägtes Verständnis davon haben (Funke u.a. 2016; Best 2020; Seeger 2021). Daher verfolgen wir in diesem Beitrag die Fragestellung: *Wie schätzen Grundschullehrkräfte die Relevanz informatischer Bildung in der Grundschule ein?* Der vorliegende Beitrag widmet sich theoretisch der Relevanz informatischer Bildung und deren Beitrag zur Allgemeinbildung. Im Anschluss wird das Forschungsdesign vorgestellt. Für die durch eine qualitative Inhaltsanalyse erfolgende Datenauswertung liegen insgesamt 289 Interviewtranskripte vor, die im Rahmen eines Kooperationsprojektes dreier Universitäten dokumentiert wurden. Die Ergebnisse der empirischen Sichtweise ergänzen die Erkenntnisse der theoretischen Betrachtung um Aspekte, die aus der Perspektive von Grundschullehrkräften für oder gegen informatische Bildung in der Primarstufe sprechen.

1 Relevanz informatischer Bildung in der Grundschule

Informatik wird aus der fachlichen und der fachdidaktischen Perspektive ein allgemeinbildender Charakter zugesprochen. Die dabei wesentlichen Elemente sind durch die drei im phänomenorientierten Ansatz (Humbert & Puhlmann 2004) dargestellten Zugangsmöglichkeiten erfahrbar: Bei der Arbeit mit Informatiksystemen treten Phänomene des ersten Phänomenbereichs auf, die auf fachlicher Basis geklärt werden können. Sobald Informatiksysteme im Hintergrund arbeiten, sind fachliche und fachdidaktische Zugänge des zwei-

ten Phänomenbereichs zu realisieren, die den Schüler:innen einen verständnisvollen Zugang eröffnen. Allerdings wird die dritte Möglichkeit, nämlich die informatische Betrachtung und Aufschließung von Alltagsphänomenen, bei denen Informatiksysteme keine Rolle spielen, häufig außer Acht gelassen. Gerade diesem dritten Phänomenbereich fällt die zentrale allgemeinbildende Funktion zu, da er mit den Konzepten und Ideen der Informatik einen neuen Zugang zur Welterschließung eröffnet. Dieser Zugang ist an den lebensweltlichen Erfahrungen der Schüler:innen orientiert und ermöglicht die Lösung von Problemen der Schüler:innen mit den „Denkzeugen“ der Informatik (Haeffner u.a. 1987; Schwill 1993; Humbert & Puhlmann 2004). Aktuell werden unter dem Stichwort Digitalisierung ausschließlich die ersten beiden Phänomenbereiche diskutiert. Hier besteht das Problem, dass nicht die Prinzipien und Konzepte der Informatik transparent als bildend erfahren werden, sondern die Arbeit mit den Informatiksystemen als Selbstzweck im Vordergrund steht.

Deswegen müssen bereits Grundschulkinder informatische Kompetenzen entwickeln. Eine Möglichkeit für die Entwicklung der benötigten Kompetenzen ist die Einbettung in den (u.a. in Nordrhein-Westfalen etablierten) Sachunterricht. Der Sachunterricht hat den Anspruch, durch verschiedene Perspektiven Bildung zu ermöglichen. Dazu werden „Fragestellungen aus der sozialwissenschaftlichen, der naturwissenschaftlichen, der geographischen, der historischen und technischen Perspektive beleuchtet“ (MSB NRW 2021, 178). Damit geht ein zweites Problem einher: Informatik ist in diesen Perspektiven nicht expliziert, da Informatik eigene, neue Perspektiven einbringen würde. Informatik ermöglicht mit den sechs Fachgebieten theoretische, praktische, technische und angewandte Informatik, Didaktik der Informatik sowie Informatik und Gesellschaft eigene multiperspektivische Zugänge.

1.1 Informatik als Bestandteil der Allgemeinbildung

Durch die bereits angesprochene immer digitaler und damit informatischer werdende Welt wird der allgemeinbildende Aspekt der Informatik zunehmend relevanter. Allgemeinbildung hat dabei das Ziel der Befähigung zur Teilhabe am gesellschaftlichen und kulturellen Leben sowie der Entwicklung einer urteilsfähigen Persönlichkeit (Reinhartz 2011, 28). Informatische Bildung leistet dazu einen Beitrag, da sie zu einem Verständnis und einer Bewertungsfähigkeit beiträgt (Brinda 2008, 37). Thomas fasst dabei die allgemeinbildenden Aspekte der Informatik zusammen als: Denken in Abläufen und Prozessen, Informatiksysteme als kulturtechnische Phänomene sowie spezifische Wirkungsweisen für Mensch, Maschine und Gesellschaft (Thomas 2002, 5–6).

1.2 Empfehlungen

Die Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) hat 2019 „Empfehlungen für informative Kompetenzen im Primarbereich“ verabschiedet. In diesen wurden Kompetenzen für die Schüler:innen formuliert, die anhand von fünf Inhaltsbereichen (*Information und Daten; Algorithmen; Sprachen und Automaten; Informatiksysteme; Informatik, Mensch und Gesellschaft*) sowie fünf Prozessbereichen (*Modellieren und Implementieren; Begründen und Bewerten; Strukturieren und Vernetzen; Kommunizieren und Kooperieren; Darstellen und Interpretieren*) strukturiert sind. Dabei können alle Inhaltsbereiche mit allen Prozessbereichen für die Formulierung von Kompetenzen und dadurch der Strukturierung von Unterricht verbunden werden (GI 2019).

Des Weiteren beschreibt die Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts e.V. (GDSU), dass informative Bildung unter Berücksichtigung der Vielperspektivität in den Sachunterricht integriert werden soll (GDSU 2021).

1.3 Curriculare Verankerung

Die Forderungen nach informative Bildung in der Grundschule sind mittlerweile auch in der Bildungspolitik angekommen: Die Kultusministerkonferenz (KMK) veröffentlichte 2016 das Strategiepapier „Bildung in der digitalen Welt“, das ein Handlungskonzept für die Entwicklung der Bildung darstellt. Dabei wird informative Bildung als „bewährtes Konzept“ beschrieben, das für ein selbstständiges und mündiges Leben in der heutigen Welt benötigt wird. Insbesondere wird aufgeführt, dass das Lernen mit und über Informatiksysteme bereits in der Primarstufe beginnen soll (KMK 2017, 11).

Im Konzept werden zwei zentrale Ziele für die allgemeinbildenden Schulen benannt, die nicht von der Informatik zu trennen sind. Einerseits sollen „Kompetenzen für die digitale Welt“, die über informative Grundkenntnisse hinausgehen, in allen Fächern curricular eingebunden werden. Dadurch soll die Entwicklung „in vielfältigen Erfahrungs- und Lernmöglichkeiten“ stattfinden. Andererseits soll die Nutzung von Informatiksystemen im Unterricht neue Möglichkeiten der Gestaltung von Lehr- und Lernprozessen eröffnen (KMK 2017, 12). Dafür müssen allerdings allgemeinbildende informative Kompetenzen bei den Lehrkräften und Schüler:innen vorhanden sein, um z. B. Datenschutzaspekte abwägen zu können.

Die Ständige Wissenschaftliche Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK) hat 2022 das Gutachten „Digitalisierung im Bildungssystem: Handlungsempfehlungen von der Kita bis zu Hochschule“ veröffentlicht, in dem Maßnahmen empfohlen werden, „um erfolgreich Lehr- und Lernprozesse in einer digitalisierten Welt zu ermöglichen“ (SWK 2022, 5). Die Grundschule wird dabei innerhalb der frühen Bildung angesprochen. Dabei wird insbe-

sondere der Erwerb von „elementarinformatischen“ Kompetenzen betont, da die Kinder durch die Auseinandersetzung mit digitalen Medien Vorstellungen zu den Funktionsweisen von Informatiksystemen erwerben, diese aber ohne pädagogische und didaktische Maßnahmen nicht hinterfragen können. Deswegen sei es neben dem souveränen Umgang auch wichtig, ein Grundverständnis von digitaler Speicherung und Verarbeitung sowie Algorithmen zu entwickeln (SWK 2022, 22–23).

Für Nordrhein-Westfalen (NRW) sind bereits informatische Kompetenzen in verpflichtenden Bildungsdokumenten zu finden. Der „Medienkompetenzrahmen NRW“ (MKR) beschreibt innerhalb von sechs Kompetenzbereichen informatikbezogene und medienpädagogische Kompetenzen, die Schüler:innen aller Jahrgangsstufen und aller Schulformen entwickeln sollen. Die Schulen sind dazu verpflichtet, die Kompetenzen in ihren schulinternen Lehrplänen zu verankern. Dabei fällt auf, dass der sechste Kompetenzbereich (*Problemlösen und Modellieren*) nicht ohne informatische Bildung erreicht werden kann. In diesem Bereich sollen Prinzipien der digitalen Welt identifiziert, Algorithmen erkannt, Problemlösestrategien sowie dazu passende Programme entwickelt und Einflüsse von Algorithmen reflektiert werden (MSB NRW 2018).

Seit dem Schuljahr 2022/23 wurden zusätzlich zu den verpflichtenden Kompetenzen des MKR explizite informatische Kompetenzen in die Lehrpläne der Grundschule eingebracht. Neben Kompetenzen für den Mathematikunterricht zum Problemlösen, Argumentieren und Rechnen mithilfe von Algorithmen (MSB NRW 2021, 82, 84, 88) sollen Informatikkompetenzen in den Sachunterricht integriert werden. Die Schüler:innen sollen beispielsweise Codierung und Verschlüsselung unterscheiden, das EVA-Prinzip (Eingabe, Verarbeitung, Ausgabe) simulieren sowie eine Sequenz programmieren (MSB NRW 2021, 185, 192).

1.4 Forschungsstand

Zur Einführung informatischer Kompetenzen im Primarbereich liegen – verstreut über einen längeren Zeitraum – Einzelbeiträge vor. Ab 2000 werden die Forschungsüberlegungen und -bemühungen deutlich vorangebracht: Schwill (2001) hat mit seinem Beitrag grundlegende Ideen zur Möglichkeit, informatische Konzepte für Kinder verfügbar zu machen, einen wichtigen Baustein zur Diskussion gestellt. Borowski liefert wesentliche Forschungsbeiträge zur Gestaltung konkreter Informatikelemente für den Primarbereich (exemplarisch Borowski & Diethelm 2009; Borowski 2013). Dabei erschließt er z. B. mit dem *Internetversteher* durchaus ein komplexes Element aus *Rechnernetze* und *verteilte Systeme*. Darüber hinaus sammelt er Vorstellungen von Grundschüler:innen zur Informatik. Herper und Hinz (2009) dokumentieren Überlegungen, die sich mit konkreten Projekten in Grundschulen und der Ausgestaltung der

Informatiksysteminfrastruktur beschäftigen. Auch die Bundeswettbewerbe Informatik verstärken ihre Bemühungen ab 2006, den Primarbereich in das Portfolio aufzunehmen, so dass z.B. inzwischen auch Grundschulen regelmäßig mit geeigneten Aufgaben am Informatikbiber teilnehmen (Pohl u.a. 2018).

Best untersucht in seiner Dissertation Vorstellungen von Grundschullehrkräften zum Unterrichtsfach und der Wissenschaft Informatik. Diese unterteilt er in vier Bereiche: Nutzen, Verstehen, Gestalten, Bewerten. Im Bereich *Nutzen* wird die Informatik als Wissenschaft der Entwicklung von Programmen verstanden. Das Unterrichtsfach befasst sich also mit dem Einsatz oder der Bereitstellung dieser Programme. Über den Bereich der Nutzung hinaus wird im Bereich *Verstehen* auf die Funktionsweise von Informatiksystemen eingegangen. Im Bereich *Gestalten* nannten die Lehrkräfte neben dem Entwickeln von Programmen und ihrer Implementierung einen starken Bezug zur Mathematik (Best 2020, 160). Der letzte Bereich *Bewerten* legt den Fokus auch auf die Einsatzmöglichkeiten sowie Wirkungs- und Folgenabschätzungen von Informatiksystemen. Neben diesen vier Bereichen wurde von einigen Lehrkräften auch auf das Verhältnis von Informatik und Medienbildung eingegangen. Dabei konnte eine klare Zuordnung von Inhalten jedoch nicht erfolgen (Best 2020, 162). Die von Best beschriebenen Vorstellungen der Lehrkräfte seien langfristig (ggf. bereits in der Schulzeit) gebildet und haben laut ihm einen wichtigen Einfluss auf den Lehr-Lernprozess der Schüler:innen. Dabei würde es teilweise dazu kommen, dass bei fehlender Fachlichkeit Aspekte der Medienpädagogik herangezogen werden. Dies sehe man auch dadurch, dass Fachbegriffe der Informatik wenig in Grundschulliteratur zu finden seien, der Medienbegriff jedoch häufig. Dadurch werde Informatik mental mit Medien verknüpft (Best 2020, 213).

Das Verhältnis von informatischer Bildung und Medienbildung wurde ebenfalls von Schmitz untersucht. Sie beschreibt, dass vor allem die auf einen Aspekt eingeschränkte Vorstellung von Informatik (z.B. durch die Gleichstellung mit Programmierung) sowie die Vorstellung, dass Informatik eine Teilmenge der Medienerziehung sei, wichtige Teilgebiete der Informatik außen vor lasse. Dadurch könne auch bei den Schüler:innen ein falsches Bild der Informatik entstehen (Schmitz 2023).

Die Relevanz der Informatik aus der Sicht von Grundschullehrkräften beforschen Funke u.a. (2016) anhand von sechs Interviews. Die befragten Lehrkräfte hatten zwar so gut wie keine Erfahrung mit Informatik und konnten nur schwer erklären, was Informatik ist, sahen in ihr aber eine „Bereicherung“ für Grundschulkinder. Deswegen äußerten sie den Bedarf nach Fortbildungen, damit die Schüler:innen selbst zu „Schöpfer:innen“ werden und lernen können, Dinge in ihrem Alltag kritisch zu reflektieren. Außerdem betonen die

befragten Lehrkräfte die in Zukunft steigende Relevanz von digitalen Medien und einem Grundverständnis für Informatik (Funke u.a. 2016, 138–139). Seegerer beschäftigt sich in seiner Dissertation mit informatischer Bildung für alle. Dafür untersucht er u.a. mithilfe einer quantitativen Befragung Lehrkräfte und Schulleiter:innen. Von den befragten Lehrkräften unterrichteten 83% selbst an Grundschulen (Seegerer 2021, 59). Er kommt zum Fazit, dass 77% der Lehrkräfte sich für informatische Bildung ab der Grundschule aussprechen. Unter den Schulleiter:innen gab es 90% Zustimmung (Seegerer 2021, 61). Seegerer zeigt dabei sogar auf, dass die Zustimmung unabhängig von dem Alter und der Unterrichtserfahrung ist. Weiterhin untersucht er im Rahmen einer qualitativen Inhaltsanalyse 50 Dokumente, die für ein Schulfach Informatik argumentieren (Seegerer 2021, 42). In seiner systematischen Textanalyse kommt er u.a. zu dem Ergebnis, dass informatische Bildung für eine Chancengleichheit erforderlich ist, da diese imstande ist, früh Interesse für das Fach Informatik zu wecken und dadurch insbesondere Mädchen zu erreichen (Seegerer 2021, 47).

Aus den bisherigen Forschungsergebnissen wird deutlich, dass insbesondere Lehrkräfte des Sachunterrichts der Grundschule weiterhin beforscht werden sollten, sodass dieser Beitrag die folgende Forschungsfrage verfolgt: *Wie schätzen Grundschullehrkräfte die Bedeutung informatischer Bildung in der Grundschule bzw. im Sachunterricht ein?*

2 Methodik

2.1 Datenerhebung

Im Rahmen eines Kooperationsprojekts der Bergischen Universität Wuppertal (BUW), der Universität Duisburg-Essen und der Universität Münster (finanziert vom Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes NRW) wurden für den Sachunterricht Unterrichtsmaterialien zur informatischen Bildung erstellt (Kuckuck u.a. 2021), erprobt sowie an der BUW durch leitfadengestützte Interviews mit insgesamt 289 Lehrpersonen beforscht.

Um die genannte Forschungsfrage zu beantworten, wurde die qualitative Forschungsmethode Expert:inneninterviews gewählt. Helfferich (2011) betont die Bedeutung von Expert:inneninterviews als Methode, um spezifisches Wissen und Erfahrungen von Personen mit Fachkompetenz zu erfassen. Da Lehrkräfte als Expert:innen in dem von uns adressierten Bereich angesehen werden, bieten ihre Einschätzungen und Erfahrungen wertvolle Einblicke (Kuckartz 2018) in die Bewertung der Bedeutung informatischer Bildung in der Grundschule bzw. im Sachunterricht. Die Interviewfragen konnten dahingehend gezielt auf die spezifischen zu erhebenden Aspekte ausgerichtet wer-

den. Zudem ermöglicht die Flexibilität der Methode, Rückfragen zu stellen und eventuelle Unklarheiten zu klären. Der Interviewleitfaden wurde in einem multiprofessionellen Team aus Sachunterrichts- und Informatikdidaktiker:innen sowie einem Mitarbeiter der Bezirksregierung als Fachberater für Bildung in der digitalen Welt erstellt. Dieser sollte entlang der in den vorangegangenen Abschnitten geschilderten Theorie verschiedene Aspekte abdecken, um die Bedeutung informatischer Bildung in der Grundschule bzw. im Sachunterricht zu erfassen.

2.2 Stichprobe

Insgesamt konnten 289 Interviews mit Lehrpersonen in NRW an Grundschulen geführt werden. Die Altersspanne der befragten Lehrkräfte liegt zwischen 23 und 63 Jahren. Das arithmetische Mittel des Alters beträgt 38,4 Jahre und weist eine Standardabweichung in Höhe von 9,1 Jahren auf. Die Lehrkräfte haben an verschiedenen Studienorten bundesweit ihre Ausbildung absolviert und dabei verschiedene Schulformen studiert (Grundschule, Sonderpädagogik, Gymnasium und Gesamtschule, Haupt-, Real-, Sekundar- und Gesamtschule). Ebenso sind in der Unterrichtsgruppe Quereinsteiger:innen und fachfremdes Personal zu finden. Die Abschlussjahre der Lehrkräfte reichen von 1983 bis 2023. Insgesamt besteht die Stichprobe zu ca. 75 % aus Lehrerinnen.

Es ist wichtig anzumerken, dass diese Beschreibung keine Rückschlüsse auf die Gesamtpopulation oder die repräsentative Natur der Stichprobe zulässt. Um die Ergebnisse repräsentativer zu gestalten, wäre eine Zufallsstichprobe erforderlich, die auf einer vordefinierten Grundgesamtheit basiert.

2.3 Auswertung

Durch die inhaltlich-strukturierende, zusammenfassende, qualitative Inhaltsanalyse ist es möglich, die erhobenen Daten systematisch zu analysieren und die darin enthaltenen Aussagen, Themen und Kategorien zu identifizieren (Mayring 2015; Kuckartz 2018). Dies ermöglicht eine umfassende Interpretation der Meinungen und Bewertungen der Lehrkräfte. Kuckartz (2018) betont die Flexibilität dieser Methode, die es erlaubt, sowohl induktiv als auch deduktiv vorzugehen und verschiedene Analyseebenen zu berücksichtigen. Dies ermöglicht eine detaillierte Untersuchung der Meinungen der Lehrkräfte, um Muster, Gemeinsamkeiten und Unterschiede in Bezug auf die Bedeutung informatischer Bildung im Sachunterricht zu identifizieren. In der Auswertung der Expert:inneninterviews wurden deduktive Kategorien entlang des Interviewleitfadens entwickelt, die dann induktiv durch Unterkategorien erweitert wurden (siehe Tab. 1).

Tab. 1: Übersicht Kategorien (eigene Darstellung)

Kategorie	Unterkategorie (induktiv)	Codierregel	Ankerbeispiel
Relevanz der Informatik (nach Funke u.a. 2016; Best 2020; Seegerer 2021)	a) Allgemeinwährtigkeit der Informatik	a) Alle Aussagen, die die Relevanz der Informatik anhand ihrer Präsenz im alltäglichen Leben (insbesondere in Form von Informatiksystemen) begründen.	„Informatik ist sehr wichtig, da die heutige Welt immer weiter von Informatiksystemen durchdrungen wird und auch viele Alltagsgegenstände durch informative Systeme geleitet werden, zum Beispiel auch die Türen im Supermarkt“ [w_20_r_4_1].
	b) Umgang mit Medien	b) Alle Aussagen, die die Relevanz der Informatik anhand des Umgangs mit Medien begründen.	„Dadurch, dass wir ja mittlerweile mit Medien alle aufwachsen, auch unsere Kinder von klein auf auch damit aufwachsen, finde ich es schon wichtig, dass die Kinder frühzeitig in Ansätzen den Umgang kennenlernen“ [w_20_r_9_1].
	c) Hintergrundwissen	c) Alle Aussagen, die die Relevanz der Informatik anhand ihrer Funktion als Grundlagen- und Hintergrundwissen begründen.	„In der heutigen Zeit ist es wahrscheinlich unumgänglich, dass die Kinder auch Hintergrundwissen bekommen für die Dinge, die sie tatsächlich nutzen“ [w_20_r_12_2].
	d) Nutzen für die Berufswelt	d) Alle Aussagen, die die Relevanz der Informatik anhand ihrer (zukünftigen) Bedeutung und ihrem Nutzen für die Berufswelt begründen.	„Natürlich ist Informatik wichtig. Weil ich glaube, dass das auch im Berufsleben der Kinder immer mehr eine Rolle spielen wird und wir dann in der Grundschule natürlich da schon einen Grundstein legen können“ [s_20_k_4_1].
Relevanz informatischer Bildung in der Grundschule (nach Funke u.a. 2016; Best 2020; Seegerer 2021)	a) Allgemein als sinnvoll befunden	a) Alle Aussagen, die informatische Bildung in der Grundschule allgemein für sinnvoll befinden.	„ja auf jeden Fall wenn wir ja sowieso alle anderen Fächer und Bereiche ja auch spiralcurriculumsmäßig aufbauen, (.) dann ist es ja sinnvoll auch sodass die informatische Bildung in der Grundschule schon anzulegen damit dann später in den weiterführenden Schulen darauf aufgebaut werden kann“ [s_21_c_7_2].

Kategorie	Unterkategorie (induktiv)	Codierregel	Ankerbeispiel
Fortsetzung: Relevanz informatischer Bildung in der Grundschule (nach Funke u.a. 2016; Best 2020; Seegerer 2021)	b) Medien- kompetenzen	b) Alle Aussagen, die die Relevanz informatischer Bildung in der Grundschule anhand der Thematisierung eines zielgerichteten und verantwortungsvollen Umgangs mit Medien begründen.	„Und (S) in der Grundschule (...) halte ich das für sinnvoll, so die Anfänge anzubahnen: was sind das für Geräte, was kann ich damit machen? Die ersten Umgänge damit, Bedienungsmöglichkeiten und den Hinweis schon von klein auf auf die Gefahren, dieser (4) neuen Bildungstechnik“ [S_21_r_3_2].
	c) Wecken von Spaß, Interesse und Neugier	c) Alle Aussagen, die die Relevanz informatischer Bildung in der Grundschule anhand ihrer motivierenden Wirkung auf die Schüler:innen begründen.	„Dennoch finde ich das Thema spannend und wichtig. Ich finde es ab der dritten Klasse angebracht und denke auch, dass es den Kindern Spaß bereitet und Neugier wecken kann“ [S_21_r_1_2].
	d) Ablehnung gegenüber informatischer Bildung in der Grundschule	d) Alle Aussagen, die die Relevanz informatischer Bildung in der Grundschule gering einschätzen oder ihr skeptisch gegenüberstehen.	„Nicht wirklich (.), da finde ich andere Fächer wichtiger, zum Beispiel soziale Kompetenzen (.) Die Kinder haben in ihrem Alltag und in der Schule ständig Medien. Und das wäre ja nochmal on top, also nochmal mehr Medien“ [S_21_c_7_1].

Um die Interrater-Reliabilität zu gewährleisten, sollten klare Kriterien und Definitionen für die Kategorien festgelegt werden (siehe Codierregel in Tab. 1). Die Beurteiler:innen müssen ein gemeinsames Verständnis der Kategorien und deren Abgrenzung haben, um Sprachakte einheitlich zuzuordnen (Mayring 2015; Krippendorff 2018). In diesem Projekt fand eine Doppelcodierung statt. Im beschriebenen Forschungsprojekt zur informatischen Bildung im Praxissemester wurden die Kriterien der Nachvollziehbarkeit sowie Effizienz der Zuordnung von Sprachakten zu den deduktiven und induktiven Kategorien überprüft. Als Gütekriterium für diese Arbeit wurde ein Kappa-Wert (nach Brennan & Prediger 1981) von 0,86 erreicht. Zur Bewertung von Brennans und Predigers Kappa können die Benchmark-Hinweise zu Cohens Kappa herangezogen werden (Rädiker & Kuckartz 2019, 303). Für diesen Koeffizienten kann ab einem Wert von 0,81 von einem Ergebnis der Kategorie *almost perfect* ausgegangen werden (Landis & Koch 1977, 165), weshalb die Kategorienbildung in dieser Arbeit sinnvoll erscheint.

2.4 Methodenreflexion

Leitfadengestützte Expert:inneninterviews können durch die Auswahl der befragten Personen subjektivierte Meinungsbilder und potenzielle Verzerrungen enthalten. Es besteht die Möglichkeit, dass die ausgewählten Lehrkräfte nicht repräsentativ für alle Grundschullehrkräfte sind. Darüber hinaus kann die Interpretation der Interviewdaten durch die forschende Person subjektiv beeinflusst werden (Mayring 2015). Um möglichen Verzerrungen entgegenzuwirken und die Verlässlichkeit der Ergebnisse zu erhöhen, ist es wichtig, eine angemessene Stichprobe von Lehrkräften auszuwählen, um eine größtmögliche Vielfalt an Meinungen und Perspektiven zu gewährleisten. Dies wird durch die hohe Anzahl der Lehrkräfte und das heterogene Sample hier im Rahmen der Methode sichergestellt. Zudem ist eine transparente und nachvollziehbare Auswertung der Daten mittels qualitativer Inhaltsanalyse notwendig, um die Interpretation möglichst objektiv zu gestalten (Mayring 2015; Kuckartz 2018).

3 Ergebnisse

3.1 Relevanz der Informatik

Die Analyse der Interviews zeigt, dass Lehrkräfte unterschiedliche Gründe für die Relevanz der Informatik anführen. Insbesondere wird die *Allgegenwärtigkeit der Informatik im Alltag* genannt. Diese konstatieren die Lehrkräfte vor allem anhand der Omnipräsenz von Informatiksystemen.

„Ich halte Informatik für sehr wichtig, weil ja alles damit funktioniert. Also fast alles heute von Computern gesteuert wird. Ich glaube da kann man gar nicht mehr sagen, dass es unwichtig ist, weil es halt überall zu finden ist und gebraucht wird“ [w_20_r_16_2].

Neben dem Einfluss der Informatiksysteme auf unseren Alltag resultiert die Relevanz der Informatik für viele Lehrkräfte aus dem *zunehmenden Umgang mit Medien*. Dabei fällt auf, dass der Medienbegriff unterschiedlich verwendet wird und wahlweise von Medien oder digitalen Medien gesprochen wird. In Abhängigkeit des jeweils zugrundeliegenden Medienbegriffs fällt der Zuständigkeitsbereich der Informatik unterschiedlich groß aus.

„Also grundsätzlich ist ja der Alltag der Kinder mittlerweile durchaus durch die neuen Medien stark geprägt, also wo eben auch der Computer und für mich dann eben auch die Informatik dazugehört. Computer stellen mittlerweile einen großen Teil ihrer Lebenswelt dar und dann ist es schon sinnvoll, wenn sie dann bestimmte Funktionsweisen verstehen, um dann auch so ihre Lebenswelt zu erschließen“ [s_20_k_11_1].

Für Lehrkräfte mit dieser Einstellung resultiert die Bedeutsamkeit der Informatik folglich aus ihrer Bereitstellung von Informatiksystemen bei gleichzeitiger Thematisierung derer Funktionsweisen. Darüber hinaus wird der Informatik ein wichtiger Beitrag zur Medienerziehung attestiert. Nach der Ansicht einiger Lehrkräfte stellen informatische Kompetenzen das *Hintergrundwissen* für eine umfassende Medienerziehung dar.

„Informatik ist letztendlich dazu wichtig, das zu verstehen, damit man überhaupt ja ein Hintergrundwissen hat. Natürlich muss man im Bereich Medienerziehung eher (...) Ja, vor den Gefahren warnen und den richtigen Umgang erlernen. Aber eben das dahinter muss man ja auch in irgendeiner Form verstehen“ [s_20_k_3_1].

Die Vorstellungen von informatischen Kompetenzen bzw. dem angeführten informatischen Hintergrundwissen sind jedoch verschieden. Das wird insbesondere anhand der Behauptungen jener Befragten erkennbar, die die Bedeutung der Informatik an ihrem *Nutzen für die Berufswelt* festmachen. Diese Lehrkräfte neigen dazu, Anwendungs- und Bedienungskompetenzen als informatische Kompetenzen auszuweisen.

„Informatik finde ich eigentlich schon sehr wichtig. Weil heutzutage gibt es ja eigentlich gar keinen Beruf oder kein Leben mehr ohne informative Kompetenzen, die da verlangt werden. Also, ja da ist es wichtig, dass man weiß, wie man mit einem Computer umgehen muss. Welche Programme gibt es, wie wende ich die an. Oder wie funktioniert eine Maus. Oder, ja, ich finde, solche Sachen sind schon heutzutage eigentlich vorausgesetzt für sehr viele Berufe und auch für den Lebensalltag. Deswegen finde ich das sehr wichtig“ [s_21_c_6_2].

Kompetenzen, die über das Anwenden und Bedienen hinausgehen, werden vereinzelt erwähnt.

„Also ich sehe das schon sehr wichtig, weil ich einfach finde, dass Kinder gerade dieses algorithmische Lernen algorithmische denken lernen müssen, weil es in der Berufswelt einfach mittlerweile in fast allen Bereichen verlangt wird, dass man diese Denkweise einfach hat“ [s_20_k_27_2].

Unabhängig davon, ob unter informatischen Kompetenzen Bedienungs- und Anwendungskompetenzen oder z.B. Fähigkeiten und Fertigkeiten im Sinne der Kompetenzen für informative Bildung im Primarbereich (GI 2019, 7) verstanden werden, schätzen Lehrkräfte Informatik überwiegend als wichtig ein. Die Begründungen fallen dabei – wie im Rahmen dieses Abschnittes bisher angeführt – unterschiedlich aus und beinhalten punktuell Forderungen, die für künftige Stundentafeln in Schulen drastische Veränderungen zur Folge hätten.

„Ich halte Informatik für sehr sehr wichtig, definitiv gleichgestellt mit Mathe und Deutsch, weil ich der Meinung bin, dass gerade so in der Zukunft diese Dinge noch viel wichtiger werden, als sie es jetzt gerade mal sind“ [s_21_c_5_1].

3.2 Relevanz informatischer Bildung in Grundschulen

Auf die Frage nach der Relevanz der Informatik unabhängig eines schulischen Kontextes äußern viele Lehrkräfte bereits, dass informatische Bildung den Schüler:innen früh bzw. auch Kindern zuteilwerden soll. Demnach betreffen die genannten Gründe für informatische Bildung sowohl Schüler:innen der Sekundar- als auch der Primarstufe. Abschließend sollen die Einschätzungen der Lehrkräfte hinsichtlich der Relevanz von informatischer Bildung in der Grundschule präzisiert werden.

Informatische Bildung in der Grundschule wird größtenteils *allgemein für sinnvoll befunden*. Dabei ist hervorzuheben, dass einige Lehrkräfte sich für eine systematische Implementierung informatischer Bildung in der Grundschule aussprechen.

„Ja auf jeden Fall, wenn wir ja sowieso alle anderen Fächer und Bereiche ja auch spiralcurriculumsmäßig aufbauen, (.) dann ist es ja sinnvoll auch sodass die informatische Bildung in der Grundschule schon anzulegen damit dann später in den weiterführenden Schulen darauf aufgebaut werden kann“ [s_21_c_7_2].

Die Sinnhaftigkeit informatischer Bildung in der Primarstufe wird häufig mit den Vorerfahrungen der Grundschüler:innen bzw. dem Bezug der Informatik zu ihrer Lebenswelt begründet. Außerdem wird auf die Relevanz der Informatik für die mittel- und langfristige Zukunft der Kinder hingewiesen.

„Ich finde die informatische Bildung in der Grundschule sinnvoll, da die Kinder schon viele Vorerfahrungen damit mitbringen und man kann diese aufgreifen und weiterentwickeln und vorbereitend auf die Ansprüche, die vielleicht auch in weiterführenden Schulen oder auch im privaten Umgang mit Endgeräten auf sie zukommen, angeregt werden können“ [s_21_c_12_2].

Die gegenwärtige Relevanz informatischer Bildung für Grundschüler:innen wird wiederum mit dem Erwerb von *Medienkompetenzen* erklärt. Für einige Lehrkräfte wird der verantwortungsbewusste Umgang mit Informatiksystemen demnach durch informatische Bildung gefördert.

„Ja, ich finde auf jeden Fall, dass Informatik in die Grundschule gehört und ich finde auch, dass Informatik auch in der Grundschule durchgeführt werden sollte, weil die Digitalisierung auch bei den Kindern schon sehr früh anfängt, das beginnt ja mittlerweile schon im Kindergartenalter, dass die schon ein Tablet bekommen und von daher sollten die Kinder halt auch alles Mögliche über dieses Thema schon sehr früh erfahren, um dann auch aufgeklärt zu werden und dann auch den richtigen Um-

gang lernen, in welchem Maß man auch technische Geräte dann nutzen sollte und auch selbstbewusst und sicher werden im Umgang damit“ [s_20_k_18_1].

Ein weiteres und für die Grundschule spezifisches Argument, das laut vielen Lehrkräften für eine informatische Bildung in der Primarstufe spricht, ist das *Wecken von Spaß, Interesse und Neugier*. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, die Grundschüler:innen für das Fach Informatik zu begeistern. Jedoch herrscht Uneinigkeit über den Zeitpunkt, ab dem informatische Bildung sinnvollerweise einsetzen soll.

„Ich denke, dass zunächst erstmal Lesen und Schreiben in den Vordergrund gestellt werden sollten und die Kinder erstmal ankommen müssen. Dennoch finde ich das Thema spannend und wichtig. Ich finde es ab der dritten Klasse angebracht und denke auch, dass es den Kindern Spaß bereitet und Neugier wecken kann“ [s_21_r_1_2].

Trotz überwiegender Befürwortung informatischer Bildung in der Grundschule, ist bei vereinzelten Lehrkräften eine *Ablehnung gegenüber informatischer Bildung in der Grundschule* zu konstatieren. Sie plädieren beispielsweise für eine später einsetzende informatische Bildung und betonen, dass andere Kompetenzen zunächst wichtiger sind.

„In die Grundschule find ich gehörs jetzt nicht so mit dem was ich mir so darunter vorstelle, weiterführende Schule glaub ich schon, zumindest das man sagt irgendwie als diese Wahlpflichtfächer, die die da in der 8 oder 9 nehmen können. Und wer da Spaß dran hat, das dann auch noch weiter ausbauen kann. Ähm... Was ich schon finde, das ähm, Medienerziehung auf jeden Fall von Anfang an auch mit in die Grundschule gehört“ [s_20_k_24_2].

Wiederum andere Lehrkräfte sehen Schwierigkeiten in der Umsetzbarkeit, da zum einen das Lehrpersonal und zum anderen die Zeit zur Unterbringung informatischer Inhalte im Grundschulunterricht fehlen.

„Ja, würde ich definitiv so sagen, wobei ich, natürlich sehe, dass das nicht machbar ist, weil es die Lehrer dazu halt nicht gibt“ [s_20_k_17_2].

4 Diskussion mit Ausblick

Die Ergebnisse der Analyse zeigen, dass die Mehrheit der interviewten Lehrpersonen informatische Bildung in der Grundschule bzw. im Sachunterricht für wichtig erachten. Damit stehen diese Daten mit den Untersuchungen von Funke u. a. (2016) und Seegerer (2021, 61) in Einklang, in der sich alle sechs bzw. 77 % der befragten Lehrkräfte für den Beginn einer informatischen Bildung in der Grundschule aussprechen. Außerdem deckt sich das in dieser Arbeit angeführte Argument, dass informatische Bildung in der Primarstufe

das Interesse an Informatik wecken kann, mit den Ergebnissen Seegerers systematischer Textanalyse (Seegerer 2021, 47).

Die Lehrkräfte dieser Studie ziehen unterschiedliche Begründungen für die Relevanz heran. Zum einen wird die Allgegenwärtigkeit der Informatik als Grund angegeben. Einher geht damit, dass die Kinder befähigt werden am gesellschaftlichen und kulturellen Lernen heute und zukünftig partizipieren zu können, was die Bedeutung von Informatik als Bestandteil allgemeiner Bildung verdeutlicht (Reinhartz 2011, 28).

Viele der befragten Lehrpersonen verbinden den alltäglichen Gebrauch von (digitalen) Medien mit informatischer Bildung. Dabei wird deutlich, dass die Lehrpersonen Medienerziehung und informative Bildung nicht klar definieren bzw. voneinander abgrenzen können, wie es auch bei Best (2020, 162) und Schmitz (2023) der Fall ist. Neben der mentalen Verknüpfung von Informatik mit Medien (Best 2020, 213) bzw. von informatischer Bildung mit Medienkompetenzen können in dieser Arbeit weitere Übereinstimmungen hinsichtlich der Vorstellungen von Grundschullehrkräften zur Informatik festgestellt werden.

Dies gilt z.B. für den von Best angeführten Bereich *Bewerten*, zu dem u.a. alle Lehrpersonen gezählt werden, die die Wirkungs- und Folgeabschätzung von Informatiksystemen in der Berufswelt fokussieren (Best 2020, 162). Diese sind mit den Lehrkräften dieser Studie vergleichbar, die die Bedeutung der Informatik an ihrem Nutzen für die Berufswelt festmachen. Ähnliches gilt für den von Best ausgewiesenen Bereich *Verstehen*, in dem u.a. die Funktionsweise von Informatiksystemen in den Fokus gerückt wird (Best 2020, 160). Die Aussagen der Lehrkräfte aus diesem Bereich decken sich mit den Aussagen jener Lehrkräfte dieser Arbeit, die informatische Kompetenzen insbesondere für die Mediennutzung als notwendiges Hintergrundwissen ansehen.

Die Verknüpfung von informatischer Bildung und dem Nutzen von digitalen Medien in der Alltagswelt der Kinder wird auch in verschiedenen Bildungsdokumenten ersichtlich (KMK 2017; MSB NRW 2018; MSB NRW 2021). Die befragten Lehrpersonen machen deutlich, dass das zukünftige (Berufs-)Leben der heutigen Kinder von informatischer Bildung geprägt sein wird und heben in diesem Zusammenhang auch die Bedeutung der Grundschule als Bildungsinstitution hervor. Wenn die befragten Lehrpersonen informative Bildung in der Primarstufe ablehnen, begründen sie dies beispielsweise damit, dass andere Kompetenzen (Lesen, Schreiben, soziale Kompetenzen) oder Fächer (Deutsch, Mathematik) zunächst bedeutsamer seien.

Die Analyse in dieser Arbeit zeigt, dass Unsicherheiten sowie unklare und unstrukturierte Vorerfahrungen und Kenntnisse seitens der Lehrpersonen über informative Bildung in allen drei Phasen der Lehrkräftebildung aufgegriffen und integriert werden sollten. Dies betrifft insbesondere eine korrekte Differenzierung von informatischer Bildung und Medienbildung. Die Relevanz

informatischer Bildung für die Schule sowie das derzeitige und zukünftige Leben ist zweifellos. Folglich müssen sowohl angehende als auch bestehende Lehrer:innen dazu befähigt werden, insbesondere Kindern in der Grundschule didaktisch reduzierte Inhalte einer informatischen Bildung näher zu bringen, damit sie zu einer Partizipation an der Gesellschaft befähigt werden. Die Lehrkräftebildung sollte darauf abzielen, Hemmnisse abzubauen, fehlendes Fachwissen zu adressieren und positive Erfahrungen der Lehrpersonen im Unterrichten informatischer Inhalte zu fördern, damit informatische Bildung Kindern künftig inspirierend zuteilwird.

Literatur

- Best, A. E. (2020): Vorstellungen von Grundschullehrpersonen zur Informatik und zum Informatikunterricht. Dissertation. Westfälische Wilhelms-Universität Münster. Online unter: https://ddi.wu.de/2020_best_diss (Abrufdatum: 16.11.2023).
- Borowski, C. (2013): Das Internetspiel. Online unter: <https://t1p.de/j0js> (Abrufdatum: 16.11.2023).
- Borowski, C. & Diethelm, I. (2009): Kinder auf dem Wege zur Informatik: Programmieren in der Grundschule. Online unter: https://www.researchgate.net/publication/257633159_Kinder_auf_dem_Wege_zur_Informatik_Programmieren_in_der_Grundschule (Abrufdatum: 04.11.2025).
- Brennan, R. L. & Prediger, D.J. (1981): Coefficient Kappa: Some Uses, Misuses, and Alternatives. In: *Educational and Psychological Measurement*, 41(3), 687-699.
- Brinda, T. (2008): Wechselwirkungen zwischen mathematischer und informatischer Bildung. In: Gesellschaft für Didaktik der Mathematik (Hrsg.): *Informatische Ideen im Mathematikunterricht. Bericht über die 23. Arbeitstagung des Arbeitskreises „Mathematikunterricht und Informatik“ in der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik e.V. vom 23. bis 25. September 2005 in Dillingen an der Donau*. Hildesheim: Franzbecker, 37-42. Online unter: <https://t1p.de/bx69n> (Abrufdatum: 16.11.2023).
- Funke, A., Geldreich, K. & Hubwieser, P. (2016): Primary school teachers' opinions about early computer science education. In: J. Sheard & C.S. Montero (Hrsg.): *Koli'16: 16. Koli Calling International Conference on Computing Education Research; 24.bis 27. November 2016 Turku*. New York: ACM, 135-139.
- GDSU (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts) (Hrsg.) (2021): *Positionspapier Sachunterricht und Digitalisierung*. Erarbeitet von der AG Medien & Digitalisierung der Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts – GDSU. Online unter: <https://t1p.de/rr9k> (Abrufdatum: 16.11.2023).
- GI (Gesellschaft für Informatik e.V.) (Hrsg.) (2019): Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich. Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik e.V. erarbeitet vom Arbeitskreis „Bildungsstandards Informatik im Primarbereich“. Online unter: <https://t1p.de/nvnbw> (Abrufdatum: 16.11.2023).
- Haefner, K., Eichmann, E. H. & Hinze, C. (1987): *Denkzeuge. Was leistet der Computer? Was muß der Mensch selbst tun?*. Basel: Birkhäuser.
- Helfferich, C. (2011): Die Qualität qualitativer Daten. Manual für die Durchführung qualitativer Interviews. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Herper, H. & Hinz, V. (2009): Informatische Bildung im Primarbereich. In: B. Koerber. (Hrsg.): *Informatik und Schule – Zukunft braucht Herkunft: 13. GI-Fachtagung Informatik und Schule; 22.bis 24. September 2009 Berlin*. Bonn: GI, 74-85.
- 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. Bonn: Gesellschaft für Informatik, 65–76.
- KMK (Kultusministerkonferenz) (Hrsg.) (2017): Strategie der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 08.12.2016 in der Fassung vom 07.12.2017. Online unter: <https://t1p.de/y65o> (Abrufdatum: 16.11.2023).
- Krippendorff, K. (2018): Content analysis. An introduction to its methodology. Los Angeles: SAGE Publications, Inc.
- Kuckartz, U. (2018): Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung. Weinheim, Basel: Beltz.
- Kuckuck, M., Best, A., Grgly, I., Grey, J., Brinda, T., Windt, A., Schreiber Nico, Batur, Fatma & Schmitz, D. (2021): Förderung informatischer Bildung im Sachunterricht in der ersten Lehrerstabsbildungsphase 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.
- Landis, J. R. & Koch, G. G. (1977): The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. In: *Biometrics*, 33(1), 159–174.
- Mayring, P. (2015): Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. Weinheim, Basel: Beltz.
- MSB NRW (Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen) (Hrsg.) (2018): Medienkompetenzrahmen NRW. Online unter: <https://t1p.de/igs7> (Abrufdatum: 16.11.2023).
- MSB NRW (Hrsg.) (2021): Lehrpläne für die Primarstufe in Nordrhein-Westfalen. Deutsch, Englisch, Kunst, Mathematik, Musik, Praktische Philosophie, Evangelische Religionslehre, Katholische Religionslehre, Sachunterricht, Sport. Online unter: <https://t1p.de/fz1f> (Abrufdatum: 16.11.2023).
- Pohl, W., Schuster, K. & Czechowski, R. (2018): Informatik-Phänomene und Algorithmen. Angebote der Bundesweiten Informatikwettbewerbe für den Primarbereich. In: *LOG IN*, 189/190, 98–107.
- Rädiker, S. & Kuckartz, U. (2019): Analyse qualitativer Daten mit MAXQDA. Text, Audio und Video. Wiesbaden: Springer VS.
- Reinhartz, P. (2011): Allgemeinbildung. In: K.-P. Horn, H. Kemnitz, W. Marotzki & U. Sandfuchs (Hrsg.): Klinkhardt Lexikon Erziehungswissenschaft. Stuttgart/Bad Heilbrunn: UTB/Verlag Julius Klinkhardt, 28–30.
- Schmitz, D. (2023): Grundschullehrkräfte aus Nordrhein-Westfalen zwischen informatischer Bildung und Medienbildung. In: L. Hellwig & M. Hennecke (Hrsg.): Informatikunterricht zwischen Aktualität und Zeitlosigkeit: 20. GI-Fachtagung Informatik und Schule; 20.bis 22. September 2023 Würzburg. Bonn: GI, 375–378.
- Schwill, A. (1993): Fundamentale Ideen der Informatik. In: *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 25(1), 20–31.
- Schwill, A. (2001): Ab wann kann man mit Kindern Informatik machen? Eine Studie über die informatischen Fähigkeiten von Kindern. In: R. Keil-Slawik & J. Magenheim (Hrsg.): Informatik und Schule – Informatikunterricht und Medienbildung: 9. GI-Fachtagung Informatik und Schule; 17.bis 20. September 2001 Paderborn. Bonn: GI, 13–30.
- Seegerer, S. (2021): Informatik für alle – Beitrag und exemplarische Ausgestaltung informatischer Bildung als Grundlage für Bildung in der digitalen Transformation. Dissertation. Freie Universität Berlin. Online unter: <https://t1p.de/ayvh5> (Abrufdatum: 16.11.2023).
- SWK (Ständige Wissenschaftliche Kommission der Kultusministerkonferenz) (Hrsg.) (2022): Digitalisierung im Bildungssystem: Handlungsempfehlungen von der Kita bis zur Hochschule. Gutachten der Ständigen Wissenschaftlichen Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK). Online unter: <https://t1p.de/axv4y> (Abrufdatum: 16.11.2023).
- Thomas, M. (2002): Informatische Modellbildung. Modellieren von Modellen als ein zentrales Element der Informatik für den allgemeinbildenden Schulunterricht. Dissertation. Universität Potsdam. Online unter: <https://t1p.de/6v1lx> (Abrufdatum: 16.11.2023).

Autor:innen

Lachetta, Michael
Bergische Universität Wuppertal
Institut für Geographie und Sachunterricht und Didaktik der Informatik
Gaußstraße 20, 42119 Wuppertal
michael.lachetta@uni-wuppertal.de
Arbeits- und Forschungsschwerpunkte:
Informatische Bildung im Sachunterricht,
Open Educational Resources zu BNE

Schmitz, Denise
Bergische Universität Wuppertal
Didaktik der Informatik
Gaußstraße 20, 42119 Wuppertal
dschmitz@uni-wuppertal.de
Arbeits- und Forschungsschwerpunkte:
Informatische Bildung für alle Lehrkräfte,
Wirkungen und Bedingungen von Fortbildungen,
Verständnis von Informatik

Morawski, Michael, Dr.
Bergische Universität Wuppertal
Institut für Geographie und Sachunterricht
Gaußstraße 20, 42119 Wuppertal
morawski@uni-wuppertal.de
Arbeits- und Forschungsschwerpunkte:
Gamification, Sprachsensibler und bilingualer Fachunterricht,
Bildung für nachhaltige Entwicklung

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

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

Programmieren in der Grundschule: Auswirkungen auf Schüler:innen

Abstract

Um Schüler:innen auch in Zukunft eine kompetente, selbstbestimmte Teilhabe an der immer stärker digitalisierten Welt zu ermöglichen, scheinen bestimmte Grundkenntnisse und Fertigkeiten aus der Informatik unumgänglich. In diesem Beitrag steht die Programmierung als zentrales Mittel für das Mitgestalten der digitalen Welt im Mittelpunkt sowie die Frage, welche Auswirkungen Programmierunterricht auf Schüler:innen der Grundschule hat. Dafür wurden 19 Interviews mit Lehrkräften ausgewertet, die im Rahmen eines mehrjährigen Projekts das Programmieren im Unterricht erprobt haben. Es zeigt sich, dass die Auswirkungen auf die Kinder ein sehr breites Spektrum umfassen. Neben dem Erwerb von Grundfertigkeiten im Umgang mit dem PC zeigten sich bei den Schüler:innen z. B. eine strukturiertere Arbeitsweise, hohe Motivation sowie positive Auswirkungen auf die Zusammenarbeit in der Klasse.

1 Einleitung

Sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene wächst die Überzeugung, dass die jeweiligen Schulsysteme auf die fortschreitende und umfassende Digitalisierung der Lebenswelt mit einer angemessenen Informatikausbildung reagieren müssen, um Schüler:innen auch in Zukunft eine kompetente, selbstbestimmte Teilhabe zu ermöglichen. Immer mehr Regierungen kommen zu der Überzeugung, dass zu einer solchen Ausbildung eine gewisse Grundausbildung im Programmieren gehört (Storte u. a. 2019). Die Frage, wie dies in der Grundschule realisiert werden kann, steht im Zentrum des Projekts *AlgoKids – Algorithmen für Kinder*. Über zwei Jahre hinweg wurden jeweils zwei Lehrkräfte von 20 Grundschulen fortgebildet und bei der Umsetzung des Programmierens in ihrem Unterricht in der dritten und vierten Jahrgangsstufe begleitet. Dieser Beitrag beschäftigt sich mit der Fragestellung, welche Auswirkungen das Programmieren auf die Schüler:innen hatte. Zur Beantwortung wurden Interviews qualitativ ausgewertet, die während der Projektlaufzeit mit den Lehrkräften geführt wurden. Im Folgenden wird zunächst beschrieben, welche Auswirkungen man sich von einer frühen informatischen Bildung verspricht und welche verwandten Arbeiten es zur Thematik gibt. Im Abschnitt

zur Methodik wird die Erhebung sowie die Auswertung der Interviews näher beschrieben. Es folgen die Ergebnisse sowie Diskussion und Fazit zum vorliegenden Beitrag.

2 Potenziale und Chancen informatischer Bildung in der Grundschule

Auch wenn Informatik mittlerweile im Großteil der deutschen Bundesländer Pflichtfach an weiterführenden Schulen ist (Schwarz u.a. 2022), gibt es verschiedene Gründe, warum Kinder bereits im Grundschulalter mit informatischen Inhalten in Kontakt kommen sollten.

2.1 Computational Thinking

Nach allgemeiner Auffassung gehört zu den basalen informatischen Fertigkeiten eine gewisse Grundfertigkeit im *Computational Thinking*. Der Begriff umfasst alle Denkprozesse, die daran beteiligt sind, ein Problem zu identifizieren und dessen Lösung so zu formulieren und aufzubereiten, dass ein Mensch oder Computer diese ausführen kann (Wing 2006). Man geht davon aus, dass die Denkprozesse, die in der Informatik im Fokus stehen, hilfreich in anderen Fächern oder sogar im Alltag sind (Moreno-Leon u.a. 2018).

2.2 Interesse an Informatik

Ob sich Interesse zu einem bestimmten Thema entwickelt, hängt maßgeblich davon ab, welche Anreize sich Kindern bieten. Interessen erfüllen besonders in der frühen Kindheit eine zentrale Funktion, da sie die Aufmerksamkeit der Kinder auf verschiedene Umweltreize lenken und somit deren Erfahrungen beeinflussen können (Miller & Velten 2015, 33). In verschiedenen Fallstudien wurde bereits gezeigt, dass informatische Inhalte bei Kindern im Grundschulalter auf große Begeisterung stoßen (z.B. Wolking & Schmid 2017). Dies legt nahe, dass die Grundschulzeit ein vielversprechendes Zeitfenster ist, um das Interesse an Informatik zu wecken und zu fördern.

2.3 Vorurteile und Stereotype

Zur Informatik gibt es zahlreiche stereotype Vorstellungen, die kulturell verbreitet und gefestigt sind. Darunter finden sich besonders viele genderspezifische Zuschreibungen, die meist negativ besetzt sind (Nelson 2014, 89). Diese Rollenbilder festigen sich in der Pubertät (Margolis & Fisher 2002; Beyer u.a. 2003) – bis der Informatikunterricht in der Sekundarstufe einsetzt, sind demnach viele Rollenbilder bereits verankert. Ein möglichst früher Erwerb von informatischen Kompetenzen könnte einerseits das Vorurteil zerstreuen, dass

Informatik nichts für Mädchen sei, und andererseits ein realistischeres Bild der Informatik vermitteln.

2.4 Informatisches Selbstkonzept

Das schulische Selbstkonzept bezeichnet die Einschätzung der eigenen Fähigkeiten in Bezug auf die Schulfächer. Laut Hellmich und Günther (2011, 34) werden diese hauptsächlich von zwei Aspekten beeinflusst: Den Erfahrungen, die Schüler:innen in Bezug auf die eigenen Leistungen machen, und den Rückmeldungen, die sie über die eigenen Fähigkeiten bekommen. Das informatische Selbstkonzept wird außerdem geprägt von frühen Erfahrungen, die Kinder mit Informatiksystemen sammeln, sodass dessen Grundlagen meist schon vor dem ersten Informatikunterricht gelegt werden (Müller 2015, 14). Da das schulische Selbstkonzept in Wechselwirkung mit dem Lernerfolg steht, sollte bereits in der Grundschule ein positives informatisches Selbstkonzept gefördert werden.

3 Ziele informatischer Bildung in der Grundschule

Obwohl man sich in Deutschland noch nicht auf verbindliche Richtlinien für den Umgang mit informatischen Inhalten geeinigt hat, wird die Relevanz für die Grundschule auch hier immer deutlicher. Beispielsweise formuliert die Gesellschaft für Informatik (2019) in ihren „Empfehlungen zur informatischen Bildung im Primarbereich“ Kompetenzerwartungen zu fünf verschiedenen Inhaltsbereichen, die Schüler:innen im Verlauf der Grundschulzeit entwickeln sollten: *Informationen und Daten, Algorithmen, Sprachen und Automaten, Informatiksysteme sowie Informatik, Mensch und Gesellschaft*.

Auf Initiative der Stiftung Kinder forschen bildete sich eine Arbeitsgruppe, die ebenfalls Zieldimensionen für eine frühe informative Bildung formulierte (Bergner u.a. 2018). Wie schon die Arbeitsgruppe der Gesellschaft für Informatik, greifen sie bezüglich der informatischen Kompetenzen auf bereits bestehende Standards für die Sekundarstufen zurück. Sie erweitern diese jedoch um den Prozessbereich *Interagieren und Explorieren*. Darüber hinaus wurden zwei Zieldimensionen ergänzt: *Motivation, Interesse und Selbstwirksamkeit im Umgang mit Informatiksystemen sowie Übergreifende Basiskompetenzen* (siehe Abb. 1).

Auch Brämer u.a. (2020) stellen fest, dass Kompetenzen im Bereich der Digitalisierung, die für eine gesellschaftliche Teilhabe als mündige Bürger notwendig sind, durch die Curricula der Primarstufe nicht abgedeckt werden. Sie schlagen eine digitale Perspektive für den Sachunterricht vor, der als sechste Perspektive in den „Perspektivrahmen Sachunterricht“ aufgenommen werden sollte. Die AG *Medien und Digitalisierung* der Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) vertritt in ihrem Positionspapier „Sachunterricht und

“Digitalisierung” (2019) ebenfalls die Auffassung, dass Schüler:innen im Sachunterricht ein „Grundverständnis des Algorithmisierens und Automatisierens [...] sowie der Mensch-Maschine-Interaktion als Verstehensgrundlage der Digitalisierung“ (ebd., 5) erlangen können und müssen.

Die Ständige Wissenschaftliche Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK) veröffentlichte 2022 in ihrem „Gutachten zur Digitalisierung im Bildungssystem Handlungsempfehlungen von der Kita bis zur Hochschule“ (SWK 2022). Darin empfiehlt sie, ausgewählte Aspekte der Informatik bei der Überarbeitung der Lehr- und Bildungspläne für den Sachunterricht – in Anlehnung an die Bildungsstandards der GI – zu verankern.

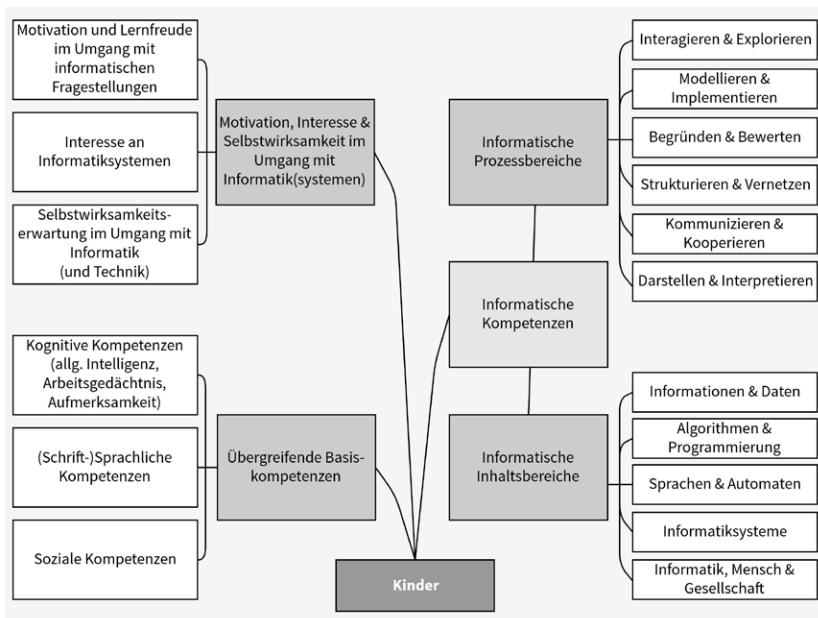


Abb. 1: Zieldimensionen informatischer Bildung auf Ebene der Kita- und Grundschulkinder aus Bergner u.a. (2018, 7) (eigene Darstellung)

4 Verwandte Arbeiten

Der Großteil der Forschungsarbeiten zu Auswirkungen des Programmierens im Kontext der Grundschule beleuchten und analysieren ausgewählte Teilaufgaben. Taylor u.a. (2010) untersuchen das Potenzial von *Scratch* zur Förderung des mathematischen Denkens. Die Studie untersucht 60 Kinder im Alter von neun bis zehn Jahren und zeigt, dass diese relativ anspruchsvolle mathema-

tische Konstrukte anwenden können, wenn sie in *Scratch* eingebettet sind. Gökçe und Yenmez (2022) untersuchen in einem Pretest-Posttest-Design 524 Schüler:innen zwischen zehn und zwölf Jahren und zeigen, dass sich durch das Programmieren in *Scratch* ihre Fähigkeiten zum reflektierten Denken, Problemlösen und *Computational Thinking* verbessern. Diethelm u.a. (2020) untersuchen und vergleichen das informatische Selbstkonzept von Dritt- und Viertklässlern, die Informatikunterricht erhalten haben, mit dem von Schüler:innen, die keinen erhalten haben. Die Ergebnisse zeigen, dass beide Gruppen ein eher positives informatisches Selbstkonzept haben, sich die Kinder mit Informatikunterricht jedoch in allen Dimensionen positiver einschätzen als die Kontrollgruppe. Duncan u.a. (2017) analysieren Feedback-Formulare von dreizehn Grundschullehrkräften, welche das Programmieren und weitere informatische Themen in ihrem Unterricht behandelt haben. In den Antworten der Lehrkräfte wurde besonders betont, wie viel Spaß die Schüler:innen am Unterricht hatten und wie sehr sie sich beteiligten und konzentrierten. Zudem erwähnten sie häufig die Themen Teamarbeit, Kooperation und Kommunikation. Magenheim u.a. (2018) untersuchen in einem Pretest-Posttest-Design die Einstellungen, das Interesse und die Motivation von Grundschulkindern bzgl. Informatik. An der Studie nahmen 450 Schüler:innen der zweiten bis vierten Jahrgangsstufe teil, die im Rahmen des Sachunterrichts an drei *Unplugged*-Modulen zur Informatik teilgenommen hatten. Darin zeigte sich z.B., dass Schüler:innen vor allem aus Interesse am Fach und aus themenbezogener Motivation am Informatikunterricht teilnehmen. Sie fanden die Module spannend, motivierend und hatten Spaß dabei. Greifenstein u.a. (2021) befassen sich in ihrer Fragebogenstudie unter anderem mit dem ganzheitlichen Potenzial des Programmierens in der Grundschule. Sie befragten insgesamt 200 Grundschullehrkräfte, die bereits mit ihren Schüler:innen programmiert hatten, welche Potenziale sie bzgl. des Programmierens in der Grundschule sehen. Sie identifizieren sieben Kategorien von Potenzialen, von denen für diesen Beitrag in erster Linie die Kategorie *Skills Acquisition* relevant ist. Darunter fallen auf kognitiver Ebene die Förderung von logischem Denken und Problemlösen sowie eine Sprachförderung. Weiterhin werden affektive Aspekte wie Interesse, Motivation, Spaß und der Abbau von Vorurteilen gegenüber dem Programmieren und der Informatik im Allgemeinen genannt. Nach Angaben der Lehrkräfte werden darüber hinaus *Digital Literacy*, *Computational Literacy* und Kreativität sowie das Selbstvertrauen und die Selbstständigkeit der Schüler:innen gefördert. Einen ebenfalls ganzheitlichen Ansatz verfolgen Murmann u.a. (2018) in ihrer Explorationsstudie zum Einsatz des *Calliope mini* in der Grundschule. Im Fokus der Studie steht die Erprobung des Microcontrollers und entsprechender Unterrichtsmaterialien an drei Grundschulen sowie die Frage, welche Kompetenzen die Schüler:innen erworben haben.

Hierzu wurden verschiedene Daten gesammelt, die qualitativ ausgewertet wurden, z. B. Beobachtungsprotokolle, Audioaufnahmen von Gesprächen mit Lehrkräften und Kindern (ebd., 33-35). In der Analyse wurden folgende Kompetenzen als Hauptkategorien gebildet: (1) Zusammenarbeit, (2) Entwicklung und Umsetzung von Ideen, (3) Computer-Basics, (4) Programmierung eines Mikrocontrollers sowie Nachvollziehen informatischer Grundkonzepte, (5) Fachsprache – passives Verstehen und aktive Nutzung, (6) Bewusste Wahrnehmung von Informatiksystemen in der Lebenswelt, (7) Selbstwirksamkeit, (8) Lerntransfer, (9) Frustrationstoleranz und (10) Lernbereitschaft (ebd., 39).

5 Methodik

5.1 Kontext

Die Studie fand im Rahmen des Projekts *AlgoKids – Algorithmen für Kinder* statt, in dem vierzig Lehrkräfte von zwanzig bayerischen Grundschulen die Möglichkeit erhielten, sich im Themengebiet *Algorithmen und Programmierung in der Grundschule* fortzubilden und eigene Erfahrungen in der unterrichtlichen Umsetzung zu sammeln (Hubwieser & Geldreich 2021). Die Basis des Projekts bildete eine bereits erprobte und evaluierte Unterrichtssequenz zum Programmieren für die dritte und vierte Jahrgangsstufe der Grundschule. Darin beschreiben die Schüler:innen Algorithmen zunächst in natürlicher Sprache und werden mittels haptischer Programmierblöcke *unplugged* an *Scratch* herangeführt. Innerhalb eines Lernzirkels lernen sie die Grundfunktionen von *Scratch* sowie Wiederholungen und bedingte Anweisungen kennen. Schließlich planen sie eigene Programmierprojekte mittels einer Vorlage und setzen sie in *Scratch* um. Die Unterrichtssequenz wurde an den Schulen mit einer Ausnahme mit Schüler:innen der Klassenstufe vier erprobt ($n=19$). Zwei Drittel der Schulen arbeiteten zusätzlich mit Kindern der Klassenstufe drei ($n=13$). Die Mehrheit der Schulen implementierte die Unterrichtssequenz im Klassenverband ($n=17$), ein Viertel der Schulen bot teilweise zusätzlich eine Arbeitsgemeinschaft (AG) an ($n=5$), zu der zwischen sechs und sechzehn Kinder zugelassen wurden. An einer Schule wurden Elemente der Sequenz lediglich punktuell mit einzelnen Kindern ausprobiert.

5.2 Erhebung

Um einen umfassenden Einblick in die Erfahrungen und Einschätzungen der Lehrkräfte bzgl. des Programmierens zu erhalten, wurden explorative Interviews durchgeführt. Darin wurden sie zu Beginn aufgefordert, über ihre Erfahrungen im Laufe des Projekts zu berichten. Das explorative Interview ist keine – wie das klassische Interview – asymmetrische Kommunikationsform.

Obwohl es nach wie vor eine Rollentrennung zwischen Fragenden und Befragten gibt, handelt es sich bei der Interviewsituation um ein quasi-normales Gespräch (Honer 2011). Die Interviews wurden über ein Schuljahr hinweg im Rahmen von Schulbesuchen durchgeführt. Die interviewende Person war den Lehrkräften bereits bekannt, da sie die Fortbildungen durchführte und als Ansprechpartnerin zu allen Fragen bezüglich des Projekts fungierte. Alle Lehrkräfte hatten im Erhebungszeitraum bereits eigene Erfahrungen in der unterrichtlichen Umsetzung des Programmierens gesammelt. Bis auf wenige Ausnahmen wurden die am Projekt beteiligten Lehrkräfte einer Schule gleichzeitig in einem Dreiersetting interviewt. Insgesamt wurden so 19 Interviews mit insgesamt 32 Lehrkräften geführt. Die Interviews wurden aufgezeichnet und im Anschluss transkribiert.

5.3 Auswertung

Die Auswertung der Interviews folgte der inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse nach Kuckartz (2016, 97–111). Nach der Sichtung zweier Transkripte wurde für den ersten Codierprozess in Anlehnung an die Zieldimensionen für frühe informative Bildung der Stiftung Kinder forschen (siehe Abb. 1) folgende Hauptkategorien festgelegt: (1) *Übergreifende Basiskompetenzen*, (2) *Motivation, Interesse und Selbstwirksamkeit bzgl. des Programmierens*, und (3) *Informatische Kompetenzen*. In einem nächsten Schritt wurde das Datenmaterial mit der Software MAXQDA anhand der Hauptkategorien codiert. Nach fünf Interviews wurde geprüft, ob die Hauptkategorien angepasst werden mussten, und die Hauptkategorie *Informatische Kompetenzen* wurde umbenannt in *Lernergebnisse*. Die Kategorie sollte Kenntnisse oder Fähigkeiten umfassen, die explizit durch Elemente der Unterrichtssequenz erworben wurden. Da die Lehrkräfte auch über den Erwerb mathematischer Fähigkeiten berichteten, wie z. B. den Umgang mit Winkeln und dem Koordinatensystem, wurde die Kategorie umbenannt. Das gesamte Datenmaterial wurde im Anschluss von zwei Codierer:innen anhand der drei Hauptkategorien codiert, dabei ergab sich eine prozentuale Übereinstimmung von 80.51 %. Nachdem die jeweils nicht übereinstimmenden Segmente gesichtet und ggf. umcodiert wurden, wurden die codierten Segmente der Hauptkategorien am Material codiert, woraus verschiedene Subkategorien resultierten (siehe Abb. 2).

6 Ergebnisse

Insgesamt wurden 201 codierte Segmente erfasst, die sich auf 15 Subkategorien verteilen (siehe Abb. 2). Einzelne Codiereinheiten wurden mehreren Subkategorien zugewiesen, sodass die Summe der vergebenen Codes in den

Subkategorien die der Hauptkategorien übersteigt. Die Ergebnisse der qualitativen Inhaltsanalyse werden im Folgenden anhand von Ankerbeispielen nach den Hauptkategorien gegliedert dargestellt.



Abb. 2: Eigene Abbildung des deduktiv-induktiv erstelltes Kategoriensystem zu Auswirkungen des Programmierens auf die Schüler:innen und Anzahl der codierten Segmente (eigene Darstellung)

6.1 Übergreifende Basiskompetenzen

Der Hauptkategorie konnten insgesamt 52 Textstellen zugeordnet werden, aus denen sieben Subkategorien generiert wurden.

Soziale Kompetenz: In neun Interviews wurde von einer positiven Auswirkung des Programmierens auf das Verhalten der Schüler:innen sowie den Klassenzusammenhalt berichtet. Die Lehrkräfte erwähnten die sehr gute Zusammenarbeit zwischen Schüler:innen beim Programmieren selbst und beim Klären von Fragen:

„Und ich finde auch, der Klassenzusammenhalt hat dadurch wirklich gewonnen, weil eben Schwächere den Stärkeren helfen konnten und weil sie endlich auch einmal irgendwo ein Selbstbewusstsein und ein Selbstvertrauen bekamen.“ (Schule 11-1)

Sprachliche Kompetenzen: In neun Interviews, die mit Lehrkräften von acht Schulen geführt wurden, wurde neben dem souveränen Verwenden von Fachbegriffen von einer Verbesserung des Sprachbewusstseins berichtet:

„Ich finde zum Beispiel meine Klasse, dass die beim Schreiben, alleine beim Texte schreiben, haben die sich so verbessert alle, ohne dass wir da jetzt irgendwie konkret was gearbeitet haben.“ (Interview 12-1)

Problemlösen: In sieben Interviews berichteten die Lehrkräfte, dass die Schüler:innen zunehmend versuchten, Probleme allein und im Team zu lösen, was ihnen auch immer mehr gelang:

„Für mich ist dieses Weiterdenken und selber Nachdenken, wo hängt es jetzt bei mir, oder wo muss ich was anders erstellen, oder anders vorgehen [...]. Dieses, was ich mir für das Lernen aneignen muss, egal in welchem Fach. [...] Und ich finde, da trägt das jetzt schon viel bei.“ (Interview 6-1)

Systematisches Arbeiten: In fünf Gesprächen berichteten Lehrkräfte von einer Veränderung der Schüler:innen hin zu einem planvollen, strukturierten Vorgehen. Dabei wurde sowohl das Fokussieren auf das Wesentliche erwähnt, als auch das Berücksichtigen aller notwendigen Schritte:

„Und ich glaube, es hilft auch Schülern mal ein bisschen strukturierter zu denken. Weil da müssen sie sich wirklich einen Plan im Kopf machen, und sie können schon ausprobieren, aber trotzdem muss man sich das genau überlegen. Und das ist halt schon mal eine freiere Art sich das genau zu überlegen, das ist ja oft im Unterricht ja nicht so gegeben. Da ist ja irgendwas im Buch, oder [irgendwas] vorgegeben durch die Lehrkraft. Und so freies Entscheiden, wie handle ich jetzt und was muss ich machen, das ist schon gut, finde ich.“ (Interview 7-1)

Ausdauer: Von Auswirkungen auf das Durchhaltevermögen wurde in vier verschiedenen Interviews berichtet. Die meisten Lehrkräfte konnten positive Veränderungen bei ihren Schüler:innen feststellen:

„Und jetzt, das machen die jetzt schon. Und du merkst, die sind einfach dran [...]. Die wollen noch dran arbeiten und das immer noch weiter perfektionieren. Also nicht alle, aber ganz, ganz viele. Die sind da auch sehr hartnäckig.“ (Interview 6-1)

Kreativität: In vier Interviews wurde berichtet, dass ihre Schüler:innen ihre Fantasie beim Programmieren in *Scratch* ausgelebt haben und viele eigene Ideen entwickelten:

„Ich war überrascht, wie gut die Schüler da eigentlich dabei waren. Und auch überrascht von der jetzigen vierten Klasse, wie die selber auf die Ideen gekommen sind.“ (Interview 7-1)

Lehrer-Schüler-Beziehung: Neben einem verbesserten Sozialverhalten zwischen den Schüler:innen wurde in fünf Interviews auch ein positiver Effekt auf das Verhältnis zur Lehrkraft geschildert. Die gemeinsame Suche nach Lösungen und die Erkenntnis, dass auch Lehrkräfte nicht alles wissen, brachten einander näher:

„Also ich war ganz oft beim Kind gestanden und habe gesagt: ‚Keine Ahnung‘. Aber das war auch toll, weil auch für's Kind. Weil die dann einfach gemerkt haben, ‚OK,“

der Lehrer ist auch nicht perfekt! Und man ist da so ein Stückchen zusammen gewachsen, weil man dann selber gemeinsam überlegt hat, wie könnte denn das jetzt gehen? Und manchmal ist dann der Schüler drauf gekommen, manchmal man selber. Also das war so eine Zusammenarbeit und man ist so schön nah an den Schüler hingekommen.“ (Interview 7-1)

6.2 Motivation, Interesse und Selbstwirksamkeit bezüglich des Programmierens

Insgesamt konnten 92 Textstellen der Hauptkategorie zugeordnet werden, aus denen drei Subkategorien entwickelt wurden. Diese wurden nahezu unverändert aus der Notation der Hauptkategorie übernommen.

Motivation/Begeisterung: In allen Interviews wurde berichtet, dass die Schüler:innen bis auf wenige Ausnahmen durchweg sehr motiviert waren – sowohl bei den *Unplugged*-Übungen als auch beim Programmieren in *Scratch*. Es wurde außerdem berichtet, dass Schüler:innen, die sich sonst sehr zurückhielten, sich plötzlich sehr motiviert beteiligten. Ein Unterschied zwischen Mädchen und Jungen wurde in dieser Hinsicht nicht festgestellt:

Lehrkraft 1: „Also die [Klasse] war ganz begeistert, die war wirklich total dabei.“

Lehrkraft 2: „Und auch bei den unplugged Sachen. Ja.“

Lehrkraft 1: „Wo ich ganz, also wirklich, wo ich schon überlegt habe, [...] wenn wir jetzt da kommen, wir machen hier Programmieren und dann ohne Computer. [...] Aber gar nicht“ (Interview 7-1)

„Also ich war ganz positiv überrascht, dass wirklich alle in der Klasse der Sache positiv gegenüberstanden und sich alle dafür begeistern ließen, durch die Bank. Das war für mich schon überraschend.“ (Interview 11-1)

„Die Schüler waren alle sehr interessiert und das schöne finde ich war, dass auch Kinder plötzlich total aktiv waren, die sich sonst eher zurückhalten. Die [Schülerin] bekommt sonst das ganze Jahr den Mund nicht auf und war ständig am Fragen und war aktiv. Denen hat das wirklich total Spaß gemacht.“ (Interview 17-1)

Selbstwirksamkeit: In zehn Gesprächen wurde von positiven Auswirkungen auf das Selbstbewusstsein und die Selbstwirksamkeit der Kinder berichtet. Dabei wurden explizit positive Effekte auf Mädchen sowie leistungsschwächeren Schüler:innen angesprochen.

„Also das habe ich jetzt auch gemerkt, dass, ja, viele Mädchen da dem Ganzen schon positiv gegenübergestanden sind. Und das von sich aus jetzt eigentlich so auch als neue oder als versteckte Fähigkeit für sich entdeckt haben. ‚Das macht mir Spaß, das ist was, was ich auch kann, [...] wo ich auch ein Erfolgserlebnis habe.‘ [...] So ein Grundgefühl dann auch.“ (Interview 4-1)

Interesse: In drei Interviews wurde berichtet, dass einzelne Kinder ein tieferes Interesse für das Programmieren entwickelt hatten und diese sich z.B. auch privat einschlägige Bücher gekauft und sich in der *Scratch Online Community* angemeldet hatten. Eine Lehrkraft, die eine AG zum Programmieren anbot, berichtete, dass bei ihr vorrangig die Jungen privates Interesse entwickelten:

„Die Jungs sind aber tatsächlich die, die sich zuhause mehr damit beschäftigen. Die sich anmelden, sich das Programm runterladen, sich Bücher besorgen [...]. Oder mir erzählen, sie haben zuhause dieses und jenes Projekt da sich schon überlegt und das wollen sie machen.“ (Interview 15-1)

6.3 Lernergebnisse

Neben den implizit vermittelten Basiskompetenzen und den Auswirkungen auf die affektiven Merkmale der Schüler:innen beschrieben die Lehrkräfte auch Kenntnisse und Fähigkeiten, die explizit in der Unterrichtssequenz erworben wurden. Insgesamt wurden 57 Textstellen identifiziert, aus denen fünf Subkategorien entwickelt wurden.

Umgang mit dem PC: In elf Interviews wurde von den Lehrkräften angesprochen, dass die Schüler:innen ihre Fähigkeiten im Umgang mit dem Computer vertiefen konnten, z.B. das Hoch- und Herunterfahren des Rechners, die Handhabung von Maus und Tastatur oder das Nutzen einer Ordnerstruktur:

„Und das nächste war auch im Umgang mit dem PC. Speichern auf dem USB-Stick. Mal einen Ordner wechseln. Mal ein Laufwerk wechseln. Das kriegen die jetzt schon ganz anders hin, als vorher.“ (Interview 11-1)

Präzise Anweisungen: Insbesondere durch verschiedene *Unplugged*-Aufgaben konnten die Lehrkräfte ihren Schüler:innen vermitteln, dass es beim Programmieren wichtig ist, genaue Anweisungen zu geben. Dies wurde in zehn Interviews thematisiert:

„Ich fand auch dieses, dass irgendwie der Lehrer soll programmiert werden als Roboter an die Tür zu gehen und irgendwie die Türklinke zu drücken. Und du hast halt mit Absicht genau das gemacht, was sie gesagt haben. Und da finde ich, war auch der Lerneffekt auch der größte. [...] Da kamen wir sofort zu diesem ‚gehe einen Schritt‘ und so. Das war echt super.“ (Interview 5-1)

Algorithmische Grundstrukturen: Durch das Bearbeiten verschiedener Programmieraufgaben erlangten die Schüler:innen ein grundlegendes Verständnis für algorithmische Strukturen, wie der Wiederholung und Bedingung. Dies wurde in acht Interviews, die an sieben Schulen geführt wurden, thematisiert:

„Was unsere schon toll machen, finde ich, ist das mit den Bedingungen und Wiederholungen.“ (Interview 8-2)

Mathematische Kompetenzen: In acht Gesprächen berichteten Lehrkräfte von Auswirkungen auf die mathematischen Kenntnisse ihrer Schüler:innen. Winkel und das Koordinatensystem wurden als Lerninhalte genannt, in denen die Kinder durch die Unterrichtssequenz Kenntnisse erworben hatten:

„Und es bringt auch allgemein für die verschiedensten Dinge was. Einmal mit den Winkeln im Vorfeld schon. Dann wie wir die Figuren gemacht haben, die Dreiecke, Fünfecke. Da war dann klar, ich meine man darf jetzt nicht mit dem mathematischen Begriff Winkelsumme in [Klasse drei arbeiten]. Aber du musst überlegen, wenn du 360 Grad Winkel hast, wie teilst du den auf, dass es ein Fünfeck, ein Viereck, ein Dreieck wird. Und da sind die auf viele Dinge von selbst gekommen. Und auch welche Positionen. Es ist ja ein Koordinatensystem und ich habe das mit ihnen thematisiert und die kennen auch den Begriff Koordinatensystemnatürlich nicht. Aber ich denke mal in der sechsten Klasse, oder in der fünften [...] tun sich die einfach leichter.“ (Interview 11-1)

Gestalten in Scratch: Eine Fertigkeit, die in acht Interviews angesprochen wurde, ist das konkrete Gestalten von Programmen in *Scratch* sowie das Implementieren eigener Ideen:

„Ich hätte nie gedacht [...] dass die Kinder das [Programmieren des Spiels] so leicht können. Das hätte ich nicht gedacht, dass das [...] auch teilweise so perfekt ist. Wenn ich mir gerade das Projekt von [der Schülerin] angucke, denke ich mir, ja besser hätte ich es eigentlich nicht machen können. So wie die Kinder über sich herauswachsen, das finde ich super, super beeindruckend.“ (Interview 6-1)

7 Zusammenfassung und Diskussion

Der Fokus dieser Studie liegt auf den Auswirkungen, die das Programmieren im Unterricht auf Schüler:innen haben kann. Durch die Auswertung der explorativen Interviews konnten verschiedene Effekte auf Schüler:innen herausgearbeitet werden. Dabei handelt es sich jedoch nur um subjektive Einschätzungen der Lehrkräfte, Rückschlüsse auf die tatsächlichen Auswirkungen können deshalb nur bedingt getroffen werden. Die Ergebnisse deuten jedoch darauf hin, dass eine frühe informatische Bildung im Allgemeinen bzw. das Programmieren im Speziellen das Potenzial hat, ein breites Spektrum an Zieldimensionen bei den Schüler:innen anzusprechen. Auffällig ist, dass die Lehrkräfte mehr von den Auswirkungen auf übergreifende Basiskompetenzen und affektive Merkmale berichten als von fachspezifischen Lernfortschritten. Die Subkategorien *Systematisches Arbeiten* und *Problemlösen* legen außerdem eine Verbindung zum Konzept des *Computational Thinking* nahe, bei dem das strukturierte Lösen von Problemen im Mittelpunkt steht. Darüber hinaus bestätigten sich die Hoffnungen, dass es möglich ist, durch informatische Bil-

dung im Primarbereich ein positives Bild der Informatik zu vermitteln und Schüler:innen in ihrem informatischen Selbstkonzept zu stärken. Die Grundstruktur des Modells der Stiftung Kinder forschen zu den Zieldimensionen früher informatischer Bildung hat sich in diesem Kontext als valide erwiesen. Mit der Erhebungsmethode des explorativen Interviews war es möglich, im Gespräch mit den Lehrkräften eine angenehme Atmosphäre zu schaffen, in der sie ihre Erfahrungen und Ansichten frei teilen konnten. Jedoch ist anzumerken, dass darin nicht explizit nach den Auswirkungen auf die Schüler:innen gefragt wurde. Da die Interviews in der Regel im Rahmen von einmaligen Schulbesuchen geführt wurden, war es zudem nur in Einzelfällen möglich, die Lehrkräfte der jeweiligen Schulen einzeln zu interviewen. Die Redeanteile waren jedoch auch in den Gruppeninterviews sehr ausgeglichen und es wurden durchaus Meinungen geäußert, die sich von denen der jeweils anderen Lehrkraft unterschieden.

Die Ergebnisse der Studie stehen in Einklang mit anderen Forschungsergebnissen. So konnten bspw. die Ergebnisse von Duncan u.a. (2017), Greifenstein u.a. (2021) und Murmann u.a. (2018) in großen Teilen repliziert werden. Darüber hinaus wurde das Potenzial von Scratch zur Förderung des mathematischen Denkens bereits von Taylor u.a. (2010) beschrieben, die Fähigkeit zum Problemlösen und *Computational Thinking* von Gökçe und Yenmez (2022). Die berichteten Auswirkungen des Programmierens auf die affektiven Eigenschaften der Schüler:innen legen die Entwicklung eines positiven Selbstkonzepts in Bezug auf das Programmieren nahe. Interessant wäre hier zu untersuchen, ob sich dies, wie in der Untersuchung von Diethelm u.a. (2020), auf die Informatik im Allgemeinen erweitern lässt, oder nur auf das Programmieren beschränkt.

Literatur

- AG Medien & Digitalisierung der GDSU (2019): Sachunterricht und Digitalisierung. Positionspapier der GDSU (Stand 29.10.2019). Online unter: <https://t1p.de/x3362> (Abrufdatum: 28.11.2023).
- Bergner, N., Köster, H., Magenheim, J., Müller, K., Romeike, R., Schroeder, U. & Schulte, C. (2018): Zieldimensionen informatischer Bildung im Elementar- und Primarbereich. In: Stiftung Haus der kleinen Forscher (Hrsg.): Frühe informatische Bildung – Ziele und Gelingensbedingungen für den Elementar und Primarbereich. Opladen, Berlin, Toronto: Verlag Barbara Budrich, 38–267.
- Beyer, S., Rynes, K., Perrault, J., Hay, K. & Haller, S. (2003): Gender Differences in Computer Science Students. In: S. Grimson (Hrsg.): SIGCSE '03: 34. SIGCSE Technical symposium on Computer Science Education; 19. bis 23. Februar 2003 Reno Nevada (USA). New York: ACM, 49–53.
- Brämer, M., Straube, P., Köster, H. & Romeike, R. (2020): Eine digitale Perspektive für den Sachunterricht – ein Vorschlag zur Diskussion. In: GDSU-Journal, 10, 9–19.
- Diethelm, I., Schneider, N., Matzner, M., Brückmann, M. & Zeising, A. (2020): Investigation of the Informatics-Based Self-Concept of Primary School Children. In: T. Brinda & M. Armoni (Hrsg.): WiPSCE'15: 10th Workshop on Primary and Secondary Computing Education; 9. bis 11. November 2015 London. New York: ACM, 1–6.

- Duncan, C., Bell, T. & Atlas, J. (2017): What do the Teachers Think? Introducing Computational Thinking in the Primary School Curriculum. In: ACE'17: 19. Australasian Computing Education Conference: 31. Januar bis 3. Februar 2017 Geelong. New York: ACM, 65–74.
- GI (Gesellschaft für Informatik e.V.) (2019): Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich. Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik e.V. In: Beilage zu LOG IN, 39(191/192).
- Gökçe, S. & Yenmez, A. A. (2022): Ingenuity of Scratch Programming on Reflective Thinking Towards Problem Solving and Computational Thinking. In: Education and Information Technologies. PII: 11385.
- Greifenstein, L., Graßl, I. & Fraser, G. (2021): Challenging but Full of Opportunities: Teachers' Perspectives on Programming in Primary Schools. In: O. Seppälä & A. Petersen (Hrsg.): Koli Calling'21: 21. Conference on Computing Education Research; 18. bis 21. November 2021 Joensuu (Finnland). New York: ACM, 1–10.
- Hellmich, F. & Günther, F. (2011): Entwicklung von Selbstkonzepten bei Kindern im Grundschulalter – ein Überblick. In: F. Hellmich (Hrsg.): Selbstkonzepte im Grundschulalter. Modelle, empirische Ergebnisse, pädagogische Konsequenzen. Stuttgart: W. Kohlhammer Verlag, 19–46.
- Honer, A. (2011): Das explorative Interview. Zur Rekonstruktion der Relevanzen von Expertinnen und anderen Leuten. In: A. Honer & R. Hitzler (Hrsg.): Kleine Leiblichkeiten. Erkundungen in Lebenswelten. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften/Springer Fachmedien, 41–58.
- Hubwieser, P. & Geldreich, K. (2021): Algorithmen für Kinder (AlgoKids). Abschlussbericht eines Kooperationsprojekts der Technischen Universität München und des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus. Online unter: <https://mediatum.ub.tum.de/1715848> (Abrufdatum: 28.11.2023).
- Kuckartz, U. (2016): Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung. 3., überarbeitete Auflage. Weinheim und Basel: Beltz Juventa.
- Magenheim, J., Müller, K., Schulte, C., Bergner, N., Haselmeier, K., Humbert, L., Müller, D. & Schroeder, U. (2018): Evaluation of Learning Informatics in Primary Education. Views of Teachers and Student. In: S. N. Pozdnjakov & V. Dagiene (Hrsg.): Informatics in Schools: Fundamentals of Computer Science and Software Engineering. Cham: Springer, 339–353.
- Margolis, Jane & Allan Fisher (2002): Unlocking the Clubhouse: Women in Computing. Cambridge: MIT Press.
- Miller, S. & Velten, K. (2015): Kinderstärkende Pädagogik in der Grundschule. Stuttgart: Kohlhammer Verlag.
- Moreno-Leon, J., Roman-Gonzalez M. & Robles, G. (2018): On Computational Thinking as a Universal Skill. A Review of the Latest Research on this Ability. In: Proceedings of 2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). Piscataway: IEEE, 1684–1689.
- Müller, D. (2015): Informatikunterricht und Informatikselbstkonzept. Online unter: <https://t1p.de/ualqi> (Abrufdatum: 28.11.2023).
- Murmann, L., Schelhowe, H., Bockermann, I., Engelbertz, S., Illginnis, A. & Moebus, A. (2018): Calilope mini: Eine Explorationsstudie im pädagogisch-didaktischen Kontext – Abschlussbericht. Online unter: <https://t1p.de/w5dxa> (Abrufdatum: 28.11.2023).
- Nelson, B. (2014): The Data on Diversity. In: Communications of the ACM, 57(11), 86–95.
- Schwarz, R., Hellmig, L. & Friedrich S. (2022): Informatik-Monitor. Hrsg. von der Gesellschaft für Informatik e.V. Online unter: <https://informatik-monitor.de> (Abrufdatum: 28.11.2023).
- Storte, D., Webb, M., Bottino, R. M., Passey, D., Kalas, I., Bescherer, C. (2019): Coding, Programming and the Changing Curriculum for Computing in Schools. Report of UNESCO/IFIP TC3 Meeting at OCCE. Online unter: <https://t1p.de/ti7lz> (Abrufdatum: 28.11.2023).
- SWK (Ständige Wissenschaftliche Kommission der Kultusministerkonferenz) (2022): Digitalisierung im Bildungssystem: Handlungsempfehlungen von der Kita bis zur Hochschule. Gutachten der Ständigen Wissenschaftlichen Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK). Online unter: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/KMK/SWK/2022/SWK-2022-Gutachten_Digitalisierung.pdf (Abrufdatum 05.01.2023).

- Taylor, M., Harlow, A. & Forret, M. (2010): Using a Computer Programming Environment and an Interactive Whiteboard to Investigate Some Mathematical Thinking. In: Procedia – Social and Behavioral Sciences, 8, 561–570.
- Wing, J. M. (2006): Computational thinking. In: Communications of the ACM, 49(3), 33.
- Wolking, M. & Schmid, U. (2017): Mental Models, Career Aspirations, and the Acquisition of Basic Concepts of Computer Science in Elementary Education. In: E. Barendsen & P. Hubwieser (Hrsg.): WiPSCE'17: 17th Workshop on Primary and Secondary Computing Education; 8. bis 10. November 2017 Nimjegen. New York: ACM, 119–120.

Autorin

Geldreich, Katharina, Dr.

Ludwig-Maximilians-Universität München

Lehrstuhl für Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik

Leopoldstr. 13, 80802 München

katharina.geldreich@lmu.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte:

verändertes Lehren und Lernen in der Kultur der Digitalität,

Entwicklung innovativer Unterrichtskonzepte im Bereich Informatik,

Making für die Grundschule,

Gelingensbedingungen für ein langfristiges Interesse

an MINT-Fächern bei angehenden Grundschullehrkräften

Katharina Asen-Molz und Mirjam Wenzel

„Sicher surfen?!” – über das Interesse angehender Lehrkräfte an Informatik, Politik und deren Verbindung

Abstract

Im vorliegenden Beitrag wird aufgezeigt, dass eine stärkere Verknüpfung informatischer und politischer Bildung im Sachunterricht notwendig ist, um die Kompetenzen von Lernenden umfassend zu fördern, die notwendig sind für eine selbstbestimmte Teilhabe an der von Digitalität geprägten Welt. Die Interventionsstudie PoliMeR untersucht die professionellen Handlungskompetenzen von (angehenden) Lehrkräften in diesem Schnittfeld von informatischer und politischer Bildung. Für den Beitrag werden die motivationalen Orientierungen Grundschullehramtsstudierender ($N = 110$) in den Bereichen Informatik und medienpolitische Bildung analysiert. Dabei werden jeweils *Sachinteresse* und *Interesse am Unterrichten* mithilfe einer sechsstufigen Likert-Skala erfasst. Die Ergebnisse zeigen ein geringes Interesse an Informatik, jedoch ein größeres Interesse an medienpolitischer Bildung. Auch war das Interesse am Unterrichten höher ausgeprägt als am Inhaltsbereich selbst. Die Intervention steigerte das Interesse am Unterrichten in beiden Bereichen signifikant. Die Autorinnen leiten als Implikationen für Lehrkräftebildung unter anderem ab, dass (angehende) Lehrpersonen von Themen und Bildungszielen einer anspruchsvollen digitalen Bildung überzeugt werden müssen durch lebensweltliche Relevanz.

Die Wichtigkeit einer Bildung für ein Lernen und Leben in einer von Digitalität geprägten Welt gilt als unbestritten. Auch der Stellenwert einer informatischen Bildung bereits im Grundschulalter wird zunehmend anerkannt. Entsprechende Bildungsangebote gehen über eine reine Anwendung und Nutzung von Geräten hinaus, betrachten Informatikphänomene und -konzepte in der Lebenswelt, vermitteln erste Grundlagen im Programmieren und bahnen *digital literacy* bzw. *computational thinking* an.

Gerade interdisziplinär gedacht gehen die hohen Ansprüche an digitalitätsbezogene und informatische Bildung darüber noch hinaus, und enthalten gesellschaftliche und politische Aspekte, wie zuletzt zahlreiche Autor:innen eindrücklich dargestellt haben, z. B. Oberle und Heldt (2022), Gervé (2022) und Peschel u. a. (2022), denn

„durch das Internet und die sozialen Medien sind neue Chancen, aber auch Gefahren für demokratische Gesellschaften entstanden. Bildungs- und Lernprozesse müssen daher im Hinblick auf eine demokratische, pluralistische und durch Digitalität geprägte Gesellschaft und auf eine nicht vorhersehbare Zukunft gestaltet werden, um Schüler*innen darauf vorzubereiten, mit Vielfalt, Ungewissheit und Komplexität kritisch und konstruktiv umzugehen.“ (Schmeinck u.a. 2023, 9)

So enthalten auch normative Überlegungen zu informatischer Bildung (KMK 2017; GI 2019; Frankfurt-Dreieck 2019 oder Kölner Digitalitätswürfel 2023) eine gesellschaftlich-kulturelle Perspektive oder gesellschaftspolitische Aspekte. Diese Verbindung von Informatik und Politik wird bisher jedoch sowohl in der Unterrichtspraxis als auch empirischen Forschung noch zu wenig beachtet. Wie diese *Chancen, aber auch Gefahren für demokratische Gesellschaften* inhaltlich konkretisiert und didaktisch aufbereitet werden sollen, stellt weitestgehend eine Leerstelle dar. Hier setzt das Projekt PoliMeR an (*Politische Medienbildung Regensburg*)¹, das sich professionellen Handlungskompetenzen von (angehenden) Lehrkräften in diesem Schnittfeld aus informatischer und politischer Bildung widmet; weil dabei das Themenfeld Politik nicht in Gänze behandelt wird, sondern sich die Inhalte auf Medien und Digitalität beziehen, sprechen wir von medienpolitischen Themen bzw. politischer Medienbildung (Oberle & Heldt 2022). Dazu gehören z. B. algorithmengesteuerte Selektions- und Personalisierungsprozesse bei Intermediären und ihre Auswirkungen auf Informationsgewinnung und Meinungsbildung (für Konzeptualisierung und Operationalisierung siehe Wenzel & Asen-Molz 2022). In diesem Beitrag wird das Interesse Studierender an diesem Themenfeld in den Mittelpunkt gerückt.

1 Die Bedeutung der motivationalen Orientierung Interesse

Die Bedeutung motivationaler Orientierungen gilt als empirisch gesichert, weil sie handlungsleitend eine Art Brücke zwischen dem Wissen und dem Handeln von (angehenden) Lehrkräften bilden (Blömeke u.a. 2008, 220) und sich auf die Leistung von Schüler:innen auswirken können (Kunter 2011, 268). Da die Motivation von Lehrkräften als ein Faktor für den erfolgreichen Transfer von Themen in die Schule gilt (Trempler u.a. 2013, 344), erscheint sie besonders für medienpolitische Themen relevant, weil diese einen hohen Neuheitsgrad aufweisen und somit höhere Transferanforderungen an Lehrkräfte stellen als etablierte Unterrichtsthemen. Gerade im Sachunterricht liegt

1 Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben war Teil von L-DUR an der Universität Regensburg und wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung im Rahmen der gemeinsamen *Qualitätsoffensive Lehrerbildung* von Bund und Ländern unter dem Förderkennzeichen 01JA2010 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den AutorInnen.

es vor allem auch am subjektiven Interesse einer Lehrkraft, ob und wenn ja, welche Aspekte im Unterricht thematisiert werden (Richter 2000, 30; Einsiedler 2002, 32). Dabei können die Facetten *Interesse an der Sache* und *Interesse am Unterrichten* unterschieden werden (Franz 2008, 184; Kunter u.a. 2011, 256). Befunde hierzu hinsichtlich medienpolitischer Themen fehlen bislang. Für die Disziplin der Informatik hat eine Studie von Brämer u.a. (2020) gezeigt, dass das grundsätzliche Interesse bei Grundschullehramtsstudierenden eher gering, aber veränderbar ist. Das Interesse an Politik ist ebenfalls eher gering und zusätzlich sehr konstant, wie Reichhart (2018) nachweisen konnte. Um Erkenntnisse zum Schnittfeld von Informatik und Politik zu generieren, gilt es mit der vorliegenden Studie zu überprüfen: Wie ist das Interesse von angehenden Grundschullehrkräften an informatischer und medienpolitischer Bildung ausgeprägt (F 1) und lässt sich dieses durch ein Seminar steigern (F 2)?

Da die dargestellte Befundlage ein eher geringes und stabiles Sachinteresse vermuten lässt, wäre es eine wichtige Implikation für die Lehrkräftebildung, wenn sich zumindest das Interesse am Unterrichten durch eine Intervention wecken bzw. steigern ließe.

Vor der Präsentation der Ergebnisse in Abschnitt 4, wird zunächst konkretisiert, wie Politik und Informatik im Sachunterricht zusammengebracht werden können und welcher Ansatz im Rahmen der Intervention gewählt wurde, um das Interesse daran zu wecken bzw. zu fördern.

2 Politik und Informatik zusammenbringen

Sachunterricht als vielperspektivische Annäherung an die Welt ist prädestiniert dafür, informatische und politische (und potenziell weitere) Perspektiven zusammen zu denken. Grundschüler:innen nutzen digitale Medien und das Internet, dabei bleiben ihnen jedoch zugrundeliegende Logiken in der Regel verborgen. So kommen sie z.B. bei der Nutzung von YouTube zwangsläufig mit informatischen und medienpolitischen Phänomenen wie Algorithmen in Kontakt, ohne zu erkennen, dass dahinter Informatiksysteme stecken, die Videos automatisiert suchen und vorschlagen, und deren personalisierte Auswahl sich auf die persönliche Meinungsbildung und den gesellschaftlichen Diskurs auswirken kann. Gerade diese auf den ersten Blick nicht sichtbaren Phänomene zu thematisieren, ist keine triviale Aufgabe. Daher wurde den Teilnehmenden der Studie die Konkretisierung dieses Bildungsanspruchs durch eine Analogie zur Mobilitätsbildung nähergebracht (in Anlehnung an Bleckmann u.a. 2021): Sowohl der Straßenverkehr als auch das Internet sind potenziell für Kinder gefährliche Orte, weswegen eine entsprechende Aufklärung über Gefahren und sicheres Verhalten bei beiden Themen wichtig ist. Digi-

talisierungsbezogene Bildungsangebote verwenden tatsächlich ebenfalls oft die Metapher des „Internet-Führerscheins“, „Surfscheins“ etc. – mit dem Ziel, Schüler:innen für die Nutzung des Internets fit zu machen (ein sicheres Passwort erstellen, keine persönlichen Daten preisgeben etc.). Die Prämisse lautet dabei, dass die Kinder dann sicher seien. Im Sinne der Verkehrserziehung hieße das: „Wenn du einen Helm trägst, die Verkehrsregeln kennst und dich verantwortungsbewusst verhältst – dann bist du sicher.“ Eine solche Darstellung ist problematisch, da sie die Illusion nährt, eigenes fehlerfreies Verhalten schütze vor Gefahren. Zudem ist die Verantwortungszuschreibung einseitig zu Lasten des Individuums zu kritisieren. Diese beschränkte Sichtweise verkennt die systemisch-gesellschaftliche Dimension und „das große Ganze“. Mobilitätsbildung würde stattdessen fragen: „Wie funktioniert der Straßenverkehr, welche Verkehrsteilnehmer:innen sind mit welchen Bedarfen beteiligt (PKW-Fahrer:innen, Radfahrer:innen, Fußgänger:innen, Warentransport etc.)? Wie kann Mobilität neu gedacht werden (Stichwort Verkehrswende) und wie können Kinder sich beteiligen (z. B. Petition für eine Tempo-30-Zone)?“

So wie Verkehrserziehung für Mobilitätsbildung nicht ausreichend ist, kann auch der „Internet-Führerschein“ nicht für digitale Bildung ausreichen. Kinder sollen nicht nur sicher surfen, sie sollen befähigt werden, das Internet zu verstehen: Wer sind die Player des technologischen Wandels (z. B. Google LCC), mit welchen Logiken operieren sie (datenbasierte Monetarisierung), was sind die informatischen Grundlagen dabei (Algorithmen und KI), welche Konsequenzen ergeben sich daraus auf persönlicher, aber auch gesellschaftlicher Ebene (z. B. automatisierte Selektion und Hierarchisierung durch Algorithmen und Auswirkungen auf Informationsbeschaffung und Meinungsbildung)? Mit dieser Analogie wurden die Studierenden im Seminar für eine ganzheitliche und systemische Herangehensweise sensibilisiert. Den Status-Quo zu hinterfragen, ist eine politische Betrachtungsweise, die informatische Bildungsprozesse anreichern kann. Dies kann durch eine Diskussion mit Kindern angeregt werden: „Wie wünschen wir uns das Internet? Sollte es nicht ein faires, offenes Internet sein, das der Gemeinschaft dient und an dem alle teilhaben können, vulnerable Gruppen ausreichend geschützt sind und wir souverän über unsere eigenen Daten verfügen können?“

Schon der Gedanke, nicht akzeptieren zu müssen, wie es ist, und zu diskutieren, wie es idealerweise sein sollte, kann für Kinder völlig neu sein – und beinhaltet einen wesentlichen (informatischen und politischen) Lerngehalt. Auch wenn im Unterricht nur wenige, unmittelbare Schritte in Aussicht gestellt werden können, wie das Internet umgestaltet werden kann, ist es wichtig, die Kinder zum In-Frage-stellen als Teil einer Anbahnung digitaler Mündigkeit anzuregen (siehe drei Ebenen digitaler Souveränität als Aufgabe des Sachunterrichts bei Wenzel u.a., 2024). Vor allem hinsichtlich solcher kritisch-

reflexiver Kompetenzen besteht ein *digital divide* (Kenner & Lange 2022), den es im Sinne der Bildungsgerechtigkeit zu überwinden gilt.

3 Methode

Im Rahmen von PoliMeR wurde eine Interventionsstudie im Prä-, Post- und Follow-Up-Design zur Untersuchung der professionellen Kompetenzen Studierender zu medienpolitischer Bildung durchgeführt. Die Stichprobe besteht aus insgesamt 110 Studierenden (SoSe 2022 N=63, WiSe 2022/23 N=47). Die Kontrollgruppe besuchte naturwissenschaftliche Sachunterrichtsvertiefungsseminare, die Experimentalgruppe dagegen solche zur politischen Medienbildung. Zur Messung des Interesses (beide Interessensfacetten und beide Inhaltbereiche, siehe Abb. 1) wurde ein Fragebogen eingesetzt, der in Anlehnung an bestehende Instrumente (Reichhart 2018) entwickelt und im Wintersemester 2021/2022 pilotiert worden war.

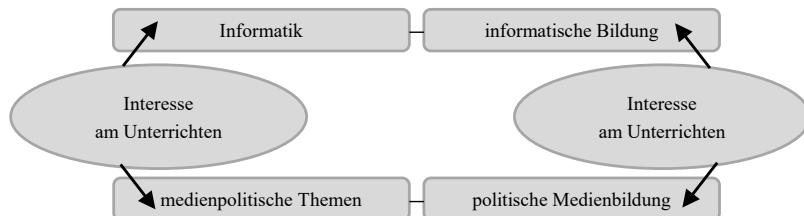


Abb. 1: Untersuchte Konstrukte (eigene Darstellung)

4 Ergebnisse

Die Items wurden mittels sechsstufiger Likert-Skala erfasst, wobei die Skalierung dem deutschen Notensystem entsprach (siehe Tab. 1), weswegen niedrige Skalenwerte positiv zu deuten sind (siehe Tab. 2). Die statistischen Kennwerte der vier Subskalen zeigen zufriedenstellende Werte (siehe Tab. 1 und 2).

Hinsichtlich F 1 kann Tabelle 2 entnommen werden, dass das Interesse an informatischen Inhalten bei den Studierenden eher gering ausgeprägt ist (Sachinteresse: 4.72, Interesse am Unterrichten: 3.73). Das Interesse an medienpolitischen Themen ist mit 3.21 und 2.83 dagegen deutlich größer. Dass diese Unterschiede zwischen *informatisch* und *medienpolitisch* auch statistisch signifikant sind, zeigt der Einstichproben-*t*-Test. Für medienpolitische Themen weisen die Studierenden ein signifikant größeres Sachinteresse sowie Interesse am Unterrichten auf. Insgesamt lässt sich zudem feststellen, dass die Studie-

renden mehr Interesse am Unterrichten informatischer und medienpolitischer Bildung haben als Sachinteresse an den Disziplinen.

Tab. 1: Aufbau und Kennwerte der Skalen (eigene Darstellung)

	Sachinteresse	Interesse am Unterrichten
<i>Itemanzahl</i>	5 (informatisch) + 5 (medienpolitisch)	4 (informatisch) + 4 (medienpolitisch)
<i>Likert-Skala</i>	6-stufig (1 = Trifft voll zu; 6 = Trifft gar nicht zu)	6-stufig (1 = Trifft voll zu; 6 = Trifft gar nicht zu)
<i>Beispielitems</i>	„Ich finde Informatik spannend.“	„Ich freue mich darauf, informatische Themen im Unterricht zu behandeln.“
<i>Interne Konsistenz</i> (Cronbachs <i>a</i>)	informatisch: 0.88 medienpolitisch: 0.88	informatisch: 0.90 medienpolitisch: 0.93

Tab. 2: Mittelwerte der Skalen im Vergleich (eigene Darstellung)

	Sachinteresse		Interesse am Unterrichten	
	M	SD	M	SD
<i>Mittelwerte im Vergleich Prä</i>				
informatisch	4.72 [2-6]	1.00	3.73 [1-6]	1.03
medienpolitisch	3.21 [1-5.6]	0.98	2.83 [1-5.5]	0.90
<i>Einstichproben-t-Test</i>	Diff.	Cohen's d	Diff.	Cohen's d
informatisch – medienpolitisch	1.51 ***	1.25	0.9 ***	0.74

Anmerkungen: N=105; *p < .05, **p < .01, ***p < .001 (zweiseitig)

Um die Veränderbarkeit der Interessensvariablen (AV) im Zusammenhang mit der Intervention zu überprüfen (F 2), wurden gemischte lineare Modelle gerechnet, die personenspezifische Abhängigkeiten in den Daten berücksichtigen. Die Prädiktoren (UV) der Gruppenzugehörigkeit (KG, EG) und der Messzeitpunkte wurden dummy-kodiert, wobei der Post-Messzeitpunkt zum Ende der Intervention in der KG als Referenzkategorie gewählt wurde, um die Effekte zwischen allen drei Messzeitpunkten paarweise schätzen zu können. Die Interaktionseffekte (Prä × EG und Follow up × EG) sind dabei von besonderem Interesse, da sich diese zusätzlichen Veränderungen auf die Intervention zurückführen lassen. Die Ergebnisse der Regressionsanalysen (siehe Tab. 3) zeigen, dass sich das Sachinteresse an Informatik nicht signifikant steigern ließ. Zwar sind die Werte zum Post-Zeitpunkt in der EG kleiner, was aufgrund der Skalierung ein höheres Sachinteresse ausdrückt, allerdings lässt

sich dieser Unterschied nicht durch einen signifikanten Zuwachs von Prä zu Post erklären (vgl. Prä \times EG). Anders sieht es hinsichtlich des Interesses am Unterrichten informatischer Inhalte aus. Hier ist das Interesse zum Post-Zeitpunkt in der EG nicht nur signifikant höher als in der KG, sondern auch die Veränderung zum Prä-Zeitpunkt ist signifikant (vgl. Prä \times EG).

Tab. 3: Gemischtes lineares Modell für Interessensvariablen im Bereich Informatik (eigene Darstellung)

N Beob. ICC	Sachinteresse (inform.)					Interesse am Unterrichten (inform.)				
	110	221	73 %	110	221	55 %	B	SE	df	t
Feste Effekte										
Konstante	4.93	0.18	185.5	27.28	0.00	4.19	0.20	204.6	21.05	0.00
EG	-0.47	0.22	179.2	-2.11	0.04	-0.76	0.24	199.0	-3.14	0.00
Prä	0.00	0.15	128.1	0.01	0.99	-0.29	0.20	136.2	-1.48	0.14
Prä \times EG	0.15	0.18	124.5	0.80	0.43	0.51	0.24	130.6	2.12	0.04
Follow up	-0.26	0.26	124.9	-0.98	0.33	0.04	0.34	136.1	0.12	0.92
Follow up \times EG	0.18	0.29	123.1	0.61	0.54	0.07	0.38	132.8	-0.18	0.86
Marg. R ² kond. R ²	0.04		0.74		0.06		0.58			

Anmerkungen: Die Messzeitpunkte im Modell wurden dummy-codiert, die Gruppenzugehörigkeit als Faktor mit 2 Ausprägungen. Der post-Messzeitpunkt in der KG stellt die Referenzkategorie dar.

Da sich die Intervention schwerpunktmäßig mit medienpolitischen Bildungs-inhalten befasst hat, wurden auch hierzu gemischte Modelle zur Veränderung der Interessensvariablen berechnet. Die Analyseergebnisse zeigen einen signifikanten Anstieg für beide Interessensvariablen vom Prä- zum Post-Zeitpunkt in der EG (Sachinteresse Prä \times EG: $B=0.69$, $SE=0.23$, $df=128.03$, $t=3.05$, $p=0.00$; Interesse am Unterrichten Prä \times EG: $B=0.49$, $SE=0.24$, $df=124.37$, $t=2.03$, $p=0.04$).

5 Diskussion

Mit Blick auf die Interpretation der Ergebnisse gilt es als limitierend zu beachten, dass keine randomisierte Seminarzuteilung möglich war. Das Interesse ist dadurch von Beginn an zwischen den Gruppen nicht gleich ausgeprägt (siehe Tab. 3). Zudem ist die Stichprobe ausschließlich auf Regensburg begrenzt, was die Verallgemeinerbarkeit einschränkt.

Die Ergebnisse bestätigen grundsätzlich ein geringes Interesse von Studierenden an Informatik, was konform ist zu bisherigen Befunden. Für die politische Medienbildung, für die bislang keine Studien vorliegen, lässt sich ein größereres

Interesse feststellen. Eine Vermutung wäre, dass Informatik den Studierenden als abstrakt und kompliziert erscheint, wohingegen sie sich unter medienpolitischen Themen wie *Meinungsbildung im Internet* aufgrund eigener Erfahrungen mehr vorstellen können. Die beschriebenen empirischen Ergebnisse decken sich mit folgender anekdotischer Beobachtung: In der Projektlaufzeit (10/2020 bis 10/2023) wurden von PoliMeR und dem inhaltlichen Schwesterprojekt FALKE-d/GS insgesamt 15 Seminare für Grundschullehramtsstudierende und 6 Fortbildungen für Grundschullehrkräfte zur Thematik angeboten. Bei Studierenden schien das Interesse an den ausgeschriebenen Seminaren nicht überaus ausgeprägt, da nur knapp ein Drittel der verfügbaren Plätze tatsächlich genutzt wurden (103/315). Bei den Lehrkräften war die Nachfrage nach den Fortbildungen noch geringer (14/80). Erst als der Ausschreibungstext geändert wurde zu „Sicher surfen! Mehr über das Internet verstehen – und es sicherer nutzen!“ und Schlagwörter wie *Algorithmen, Big Data, KI, politische Medienbildung, Filterblasen, Fake News* nicht mehr im Titel genannt wurden, kam es zu einem Anstieg der Anmeldungen von Lehrkräften (80/30) und Studierenden (65/50). Dies legt den Verdacht nahe, dass Studierende und Lehrkräfte sich tendenziell wenig von informatischen Begriffen angesprochen fühlen. „Sicher surfen“ erscheint ihnen womöglich anwendungsorientierter, weniger *sperrig* und relevanter für Grundschüler:innen. Alleine ein anderes Framing hat diese Themen und Bildungsziele zugänglicher gemacht. Digitale Bildung gelingt nur, wenn man Lehrkräfte für das Unterrichten dieser Themen gewinnt und „abholt, wo sie stehen“. Dass dies möglich ist, zeigen die berichteten Ergebnisse. Zwar konnte das Sachinteresse, anders als in der Studie von Brämer u.a. (2020), für den Bereich Informatik nicht gesteigert werden. Jedoch zeigt der signifikante Anstieg des Interesses am Unterrichten, dass Veränderungen hier leichter möglich sind. Diese Ergebnisse stimmen positiv. Denn nicht jede:r muss sich für Informatik begeistern oder Netzpolitik intensiv verfolgen, aber Lehrkräfte können zum Unterrichten dieser Inhalte motiviert werden, indem ihnen die Bedeutsamkeit und konkrete didaktische Ideen vermittelt werden. Wen Begriffe wie Algorithmen und KI abschrecken, der muss zunächst von der lebensweltlichen Relevanz überzeugt werden. Hier kann die medienpolitische Perspektive wertvolle Anreize bieten: Was bedeuten Algorithmen für uns alltäglich und gesellschaftlich *tatsächlich* (sie führen z.B. in unseren Apps aufgrund der ökonomischen Interessen der Anbieter und auf Basis der Sammlung persönlicher Daten zu personalisierten Selektionsergebnissen, was sich wiederum gesellschaftlich in polarisierenden Debatten wegen Filterblasen zeigen kann). In dem Seminar und der Fortbildung *Sicher surfen* ging es dann tatsächlich nicht um einen bloßen „Internet-Führerschein“, sondern genau um die in Abschnitt 2 beschriebene medienpolitische Betrachtung von Algorithmen, Big Data und Co. Die Äußerungen der Teilnehmenden in der Evaluation hierzu waren überaus positiv.

Literatur

- Bleckmann, P., Holley, D., Blitzer, E. (2021): Digital balance literacy: A model for supporting well-being in the digital era. Annual ALT (Association for Learning Technology) conference, September 2021. Online unter: <https://de.slideshare.net/debbieholley1/digital-balance-literacy-a-model-for-supporting-wellbeing-in-the-digital-era> (Abrufdatum: 04.01.2023).
- Blömeke, S., Kaiser, G. & Lehmann, R. (Hrsg.) (2008): Professionelle Kompetenz angehender Lehrerinnen und Lehrer. Wissen, Überzeugungen und Lerngelegenheiten deutscher Mathematikstudierender und -referendare; erste Ergebnisse zur Wirksamkeit der Lehrerausbildung. Münster: Waxmann.
- Brämer, M., Rehfeldt, D., Bauer, C. & Köster, H. (2020): Vorerfahrungen, Interessen und Selbst-wirksamkeitserwartungen von Grundschullehramtsstudierenden und -lehrkräften bezüglich informatischer Inhalte. PhyDid B-Didaktik der Physik-Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung. Online unter: <https://ojs.dpg-physik.de/index.php/phydid-b/article/view/1092/0> (Abrufdatum: 30.11.2023).
- 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 – ein interdisziplinäres Modell. In: A. Pasternak (Hrsg.): Informatik für alle: 18. GI-Fachtagung Informatik und Schule; 16.-18. September 2019 Dortmund. Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), 25-33.
- Einsiedler, W. (2002): Empirische Forschung zum Sachunterricht – ein Überblick. In: K. Spreckelsen, K. Möller & A. Hartinger (Hrsg.): Ansätze und Methoden empirischer Forschung zum Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, 17–40.
- Franz, U. (2008): Lehrer- und Unterrichtsvariablen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. Eine empirische Studie zum Wissenserwerb und zur Interessenentwicklung in der dritten Jahrgangsstufe. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- GDSU (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts) (2013): Perspektivrahmen Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Gervé, F. (2022): Sachunterricht in der Informationsgesellschaft. In: A. Becher, E. Blumberg, T. Goll, K. Michalik & C. Tenberge (Hrsg.): Sachunterricht in der Informationsgesellschaft. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, 17–29.
- GI (Gesellschaft für Informatik e.V.) (2019): Kompetenzen für informative Bildung im Primarbereich. In: Beilage zu LOG IN, 39(191/192).
- 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.
- Kenner, S. & Lange, D. (2022): Young Citizens – Das Politische in der politischen Bildung. In: I. Baumgardt & D. Lange (Hrsg.): Young Citizens. Handbuch politische Bildung in der Grundschule. Bonn: Bundeszentrale für politische Bildung.
- KMK (Kultusministerkonferenz) (Hrsg.) (2017): Strategie der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 08.12.2016 – Stand: 09.11.2017. [Um „Weiterbildung“ ergänztes Dokument der KMK.] Berlin, Bonn: Sekretariat der KMK.
- Kunter, M. (2011): Forschung zur Lehrermotivation. In: E. Terhart (Hrsg.): Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf. Münster: Waxmann, 698–711.
- Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Klusmann, U., Krauss, S. & Neubrand, M. (Hrsg.) (2011): Professionelle Kompetenz von Lehrkräften: Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV. Münster: Waxmann.
- Oberle, M. & Heldt, I. (2022): Politische Bildung in der digitalen Welt. In: V. Frederking & R. Romeike (Hrsg.): Fachliche Bildung in der digitalen Welt. Digitalisierung, Big Data und KI im Forschungsfokus von 15 Fachdidaktiken. Münster: Waxmann, 310–332.

- Peschel, M., Gryl, I., Straube, P., Bach, S., Brämer, M. & Kunkel, C. (2022): Sachunterrichtliche Bildung in der digitalen Welt. In: V. Frederking & R. Romeike (Hrsg.): Fachliche Bildung in der digitalen Welt: Digitalisierung, Big Data und KI im Forschungsfokus von 15 Fachdidaktiken. Münster, 359–387.
- Reichhart, B. (2018): Lehrerprofessionalität im Bereich der politischen Bildung. Eine Studie zu motivationalen Orientierungen und Überzeugungen im Sachunterricht. Wiesbaden: Springer VS.
- Richter, D. (Hrsg.) (2000): Methoden der Unterrichtsinterpretation. Qualitative Analysen einer Sachunterrichtsstunde im Vergleich. Weinheim: Juventa.
- Schmeinck, D., Michalik, K. & Goll, T. (2023): Herausforderungen und Zukunftsperspektiven für den Sachunterricht. In: D. Schmeinck, K. Michalik & T. Goll (Hrsg.): Herausforderungen und Zukunftsperspektiven für den Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, 9–14.
- Trempler, K., Schellenbach-Zell, J. & Gräsel, C. (2013): Der Einfluss der Motivation von Lehrpersonen auf den Transfer von Innovationen. In: M. Rürup & I. Bormann (Hrsg.): Innovationen im Bildungswesen. Educational Governance, vol 21. Wiesbaden: Springer VS.
- Wenzel, M. & Asen-Molz, K. (2023): Politische Bildung in der digitalisierten Welt – Entwicklung eines Instruments zur Erfassung des medienpolitischen Wissens (angehender) Grundschullehrkräfte. In: D. Schmeinck, K. Michalik & T. Goll (Hrsg.): Herausforderungen und Zukunftsperspektiven für den Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, 118–125.
- Wenzel, M., Asen-Molz, K. & Gößinger, C. (2024): Digitale Souveränität als Aufgabe des Sachunterrichts? In: A. Wohnig, M. Lindeboom, V. Rieber, K. Werner & M. Heil (Hrsg.): Digitale Souveränität. Frankfurt: Wochenschau-Verlag, 168–178.

Autorinnen

Asen-Molz, Katharina, M.A.

Universität Regensburg

Lehrstuhl für allgemeine Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik

Universitätsstraße 31, 93053 Regensburg

katharina.asen-molz@ur.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte:

medienpolitische Bildung, Erklären und Erklärvideos

Wenzel, Mirjam

Universität Regensburg

Lehrstuhl für allgemeine Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik

Universitätsstraße 31, 93053 Regensburg

mirjam.wenzel@ur.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte:

politische Medienbildung, Biodiversitätsbildung

Berichte aus der Schul- und Ausbildungspraxis

Michael Haider und Saskia Knoth

Informatische, technische und fachübergreifende Kompetenzen motivierend fördern – Der Einsatz von Robotiksystemen zur Kompetenzförderung

Abstract

Die Aneignung digitaler Kompetenzen wird in der aktuellen Kultur der Digitalität (Stalder 2016) als Voraussetzung für einen reflektierten Umgang mit digitalen Medien und als Grundlage für eine aktive Beteiligung an dem Leben in der Informationsgesellschaft und auch der Mitgestaltung in dieser gesehen (BMBF 2016; KMK 2016; Bergner u.a. 2018). Zu diesen digitalen Kompetenzen muss dabei auch die Vermittlung informatischer Kompetenzen gehören, um die oft postulierte „Black Box“ der Informatik aufzulösen und die Lernmotivation der Schülerinnen und Schüler im Grundschulalter zu nutzen (Schäffer & Mammes 2014) und noch nicht bestehende Geschlechterdifferenzen vorzubeugen (GI 2019). Argumente, warum einerseits Medien in der Grundschule (Irion 2018), aber auch informatische Inhalte (Döbeli Honnegger 2017) vielfältig berücksichtigt gehören, wurden theoretisch bereits mehrfach fundiert, finden aber weiterhin im schulischen Alltag nur wenig Berücksichtigung.

1 Informatische Bildung in der Grundschule

Ziele für die Primarstufe wurden zwar von der Gesellschaft für Informatik bereits im Jahr 2000, also 10 Jahre bevor digitale Medien mit Einführung des ersten iPads den verstärkten Einzug in die Grundschulen erhielten, aufgestellt. Hier wurde bereits gefordert, dass allgemeinbildende Schulen einen Zugang zu informatischen Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen ermöglichen, informatische Bildung vermitteln und auf lebenslanges Lernen vorbereiten müssen (GI 2000). In einer neueren Quelle weist die Gesellschaft für Informatik (Best u.a. 2019) darauf hin, wie wichtig es ist, die Fähigkeiten, Interessen und Neigungen von Kindern an diesem Bereich aufzugreifen und sie mit fachlichem und fachübergreifendem Lernen zu verbinden. Denning (2009) beschreibt das informatische Denken als Fortführung der Diskussion um algorithmisches Denken. Dazu sollen Probleme identifiziert, beschrieben und anschließend mithilfe von Algorithmen gelöst werden.

2 Einsatz von Robotik

Eine Möglichkeit, das informatische Lernen der Schülerinnen und Schüler zu unterstützen ist der Einsatz von Robotiksystemen („Informatiksysteme“ nach Bergner u.a. 2018). Die Informatik thematisiert vor allem Phänomene der „digitalen Welt“, die Robotik erweitert diese zur realen, physisch erfahrbaren Welt (Stark 2009). Bereits Papert (1972) entwickelte mit der Logo-Schildkröte ein erstes System, um das Programmieren mit der physischen Welt zu verknüpfen und Lernenden damit näher zu bringen. Nach fast 50 Jahren haben sich die Programmiermöglichkeiten auch bei den Robotiksystemen für die SuS diversifiziert – so gibt es verschiedenste Programmiersprachen und diverse Bedienoberflächen, welche mit Eingaben versorgt werden können und den Schülerinnen und Schülern über einen Bot Rückmeldung in Form von Bewegungen, Signalen (akustisch oder visuell) etc. geben können, ob die Eingaben stimmig waren, die Programmierungen, die Abläufe, die Algorithmen, Schleifen oder Funktionen passend gewählt wurden, um ein Problem zu lösen. Kinder erlangen unterschiedliche Programmierfähigkeiten, wenn sie sich mit unterschiedlichen Robotiksystemen auseinandergesetzt haben (Sulivan & Bers 2016; Wu 2008). Lehrmittel steuern den Unterrichtsprozess und sind für die inhaltlichen Schwerpunkte des Unterrichts maßgeblich (Reusser u.a. 2010). Dies führt bei einem ständig wachsenden Markt an Robotiksystemen zur Frage nach Ideallösungen. Um Robotiksysteme zu klassifizieren, gibt es unterschiedliche Möglichkeiten. So kann man bspw. nach Oberflächen- und Tiefenstrukturmerkmalen teilen (Altmann & Pahl 2019). Auch lassen sich die Art der Programmierung (textuell/grafisch/direkt), nach der Übergabe vom Code auf den Controller (via USB/Bluetooth/Infrarot/Tasten) oder die Komplierung (im Roboter oder extern auf einer Plattform) unterscheiden. In der Art der Controller (Sensoren/Kameras/Aktoren) existieren ebenso Differenzen. Zudem kann man Roboter auch nach den Anforderungen an die Bedienenden differenzieren. Eine Zusammenstellung verschiedener Systeme und der damit besonders zu fördernden Kompetenzen findet sich bei Rustler u.a. (2021). Grundsätzliche Kompetenzen informatischen Denkens sind selbst mit Kindern, die noch nicht lesen und schreiben können, erreichbar (Gibson 2012; Tedre & Denning 2016; Martschinke u.a. 2021). Das Interesse an Robotiksystemen ist hoch, insbesondere wenn der spielerische Charakter im Vordergrund steht. So zeigen Studien positive Effekte auf die Motivation durch den Einsatz von Robotiksystemen (bspw. Sáez-López u.a. 2016; Leutgeb 2017; Bergner u.a. 2018; Friebroon-Yesharim & Ben-Ari 2018). Die hohe Motivation begründen Bergner u.a. (2018) mit der direkten Rückmeldung durch das System. Schüler:innen (9–12 Jahre) finden Robotiksysteme intrinsisch motivierend und interessant (Erümit & Sahin 2020; Calder 2010;

Taylor 2010). Das Engagement lässt sich durch das gezielte Auswählen von Programmiersprachen noch verbessern (Serafini 2011; Goecke 2018). Studien zeigen, dass Elfjährige Informatik als langweilig einstufen (Yardi & Bruckmann 2007) und erst durch Begegnung mit den Systemen Begeisterung zeigen (Petersen u.a. 2007). Insbesondere zeigt sich dies auch für Mädchen (Master u.a. 2017). Bergner u.a. (2018) schlagen für die Steigerung des informatischen Selbstkonzepts eine spielerische Beschäftigung mit lösbareren Aufgaben vor.

3 Studien an der Universität Regensburg mit Robotiksystemen

An der Universität Regensburg fanden unter Leitung der Autor:innen kleine Forschungsarbeiten zum Einsatz von Robotiksystemen im Rahmen von wissenschaftlichen Hausarbeiten statt. Diese konnten zeigen, dass sich die Motivation bei der Arbeit mit *Bluebots* zur Förderung der Raumvorstellung in der Grundschule erhöhen ließ (Rixner 2021). Die Abstraktion nimmt durch Codieren von Befehlen für den *BlueBot* eine signifikant positive Entwicklung. Algorithmisierung, Abstraktion und Debugging profitieren ebenfalls signifikant durch den Einsatz des *BlueBots* (Hofinger 2020). Unterschiede beim Lernzuwachs divergieren nicht signifikant zwischen digitaler und analoger Programmierunterstützung beim Arbeiten mit dem Robotiksystem *Dash* (Eder 2021).

4 Fazit

Robotiksysteme stellen eine hervorragende Möglichkeit dar, um zum einen informatisches Lernen zu initiieren und Kompetenzen aufzubauen, die in einer von digitalen Medien geprägten und gestaltbaren Welt immens wichtig sind. Der Einsatz solcher Systeme hat Effekte auf Lernzuwachs, Motivation und Variablen wie das räumliche Vorstellungsvermögen von Kindern und sollte daher Einzug in die Sachunterrichtslehrpläne finden. Einige Bundesländer haben damit auch bereits begonnen.

Literatur

- Bender, E., Hubwieser, P., Schaper, N., Margaritis, M., Berges, M., Ohrndorf, L., Magenheim, J. & Schubert, S. (2015): Towards a competency model for teaching computer science. In: Peabody Journal of Education, 90(4), 519–532.
- Bergner, N., Köster, H., Magenheim, J., Müller, K., Romeike, R. & Schroeder, U. (2018): Zieldimensionen informatischer Bildung im Elementar- und Primarbereich. In: Haus der kleinen Forscher (Hrsg.): Frühe informatische Bildung: Ziele und Gelingensbedingungen für den Elementar- und Primarbereich. Opladen, Berlin, Toronto: Verlag Barbara Budrich, 38–267.

- Best, A. & Marggraf, S. (2015): Das Bild der Informatik von Sachunterrichtslehrern. Erste Ergebnisse einer Umfrage an Grundschulen im Regierungsbezirk Münster. In: J. Gallenbacher (Hrsg.): Informatik allgemeinbildend begreifen. Bonn: Gesellschaft für Informatik, 53–62.
- Best, A., Borowski, C., Büttner, K., Freudenberg, R., Fricke, M., Haselmeier, K., Herper, H., Hinz, V., Humbert, L., Müller, D., Schwill, A. & Thomas, M. (2019): Kompetenzen für informative Bildung im Primarbereich. Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V.
- Calder, N. (2010): Using Scratch. An integrated Problem-solving Approach to Mathematical Thinking. In: Australian Primary Mathematics Classroom, 15(4), 9–14.
- Denning, P. (2009): The Profession of IT Beyond Computational Thinking. In: Communications of the ACM, 52(6), 28–30.
- Döbeli-Honegger, B. & Hielscher, M. (2017): Vom Lehrplan zur LehrerInnenbildung. Erste Erfahrungen mit obligatorischer Informatikdidaktik für angehende Schweizer PrimarlehrerInnen. In: I. Diethelm (Hrsg.): Informatische Bildung zum Verstehen und Gestalten der digitalen Welt. Bonn: Gesellschaft für Informatik, 97–107.
- Eder, M. (2021): Programmieren in der Grundschule. Welchen Einfluss haben Kidbots, Blockly und Dash auf den Lernzuwachs beim Entwerfen und Realisieren von Algorithmen? Wissenschaftliche Hausarbeit an der Universität Regensburg.
- Erümit, A. K. & Sahin, G. (2020): Plugged or Unplugged Teaching. A Case Study of Students' Preferences for the Teaching of Programming. In: International Journal of Computer Science Education in Schools, 4(1), 3–32.
- Friebroon-Yesharim, M. & Ben-Ari, M. (2018): Teaching Computer Science Concepts Through Robotics to Elementary School Children. In: International Journal of Computer Science Education in Schools, 2(3), 3–31.
- Funke, A., Geldreich, K. & Hubwieser, P. (2016): Primary school teachers' opinions about early computer science education. In: J. Sheard & C.S. Montero (Hrsg.): Koli '16: 16. Koli Calling International Conference on Computing Education Research; 24.bis 27. November 2016 Turku. New York: ACM, 135–139.
- GI (Gesellschaft für Informatik e.V.) (2000): Empfehlungen für ein Gesamtkonzept zur informatischen Bildung an allgemeinbildenden Schulen. o.O.
- Gibson, J.P. (2012): Teaching graph algorithms to children of all ages. In: T. Lapidot, J. Gal-Ezer, M.E. Caspersen & O. Hazzan (Hrsg.): Proceedings of the 17th ACM annual conference on Innovation and technology in computer science education. New York: ACM Press, 34–39.
- Goecke, L., Stiller, J. & Pech, D. (2018): Algorithmische Verständnisweisen von Drittklässler/innen beim Explorieren von programmierbarem Material. Berlin: Digit.
- Haider, M. & Knoth, S. (2023): Digitale Kompetenzen und Technologieakzeptanz bei angehenden Grundschullehrkräften. In: Medien und Erziehung, 67, 70–77.
- Hofinger, L. (2021): Informatisches Denken durch die Arbeit mit Robotiksystemen fördern. Eine Untersuchung zur Arbeit mit dem Bee-Bot bzw. Blue-Bot im Unterricht der 4. Jahrgangsstufe. Wissenschaftliche Hausarbeit an der Universität Regensburg.
- Leutgeb, R. (2017): Einführung in die Programmierung anhand der visuellen Programmiersprache Scratch. Diplomarbeit, Fakultät für Informatik. Online unter: <https://theses.univie.ac.at/detail/44531> (Abrufdatum: 05.01.2023).
- Mammes, I. & Schäffer, K. (2014): Robotik als Zugang zur informatischen Bildung in der Grundschule. Robotik als Zugang zur informatischen Bildung in der Grundschule. In: GDSU Journal, 4, 59–72.
- Martschinke, S., Palmer Parreira, S. & Romeike, R. (2021): Informatische (Grund-)Bildung schon in der Primarstufe. Erste Ergebnisse aus einer Evaluationsstudien In: B. Landwehr, I. Mammes & L. Murmann (Hrsg.): Technische Bildung im Sachunterricht der Grundschule. Elementar bildungsbedeutsam und dennoch vernachlässigt. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, 133–150.
- Master, A., Cheryan, S., Moscatelli, A. & Meltzoff, A. N. (2017): Programming experience promotes higher STEM motivation among first-grade girls. In: Journal of experimental child psychology, 160, 92–106.

- Papert, S. (1972): Teaching children thinking. In: Programmed Learning and Educational Technology, 9(5), 245–255.
- Petersen, U., Theidig, G., Bördig, J., Leimbach, T. & Flintrop, B. (2007): Abschlussbericht Roberta. Sankt Augustin: Fraunhofer Institut.
- Petrut, S.-J., Bergner, N. & Schroeder, U. (2017): Was Grundschulkinder über Informatik wissen und was sie wissen wollen. In: I. Diethelm (Hrsg.): Informatische Bildung zum Verstehen und Gestalten der digitalen Welt, Bonn: Gesellschaft für Informatik, 63–72.
- Reusser, K., Pauli, C. & Waldis, M. (Hrsg.) (2010): Unterrichtsgestaltung und Unterrichtsqualität. Ergebnisse einer internationalen und schweizerischen Videostudie zum Mathematikunterricht. Münster: Waxmann.
- Rixner, K. (2021): Raumvorstellung in der Grundschule. Welchen Einfluss hat der Einsatz von Robotiksystemen auf die Raumvorstellung? Wissenschaftliche Hausarbeit an der Universität Regensburg.
- Rustler, H., Eder, M., Knoth, S. & Haider, M. (2021): Förderung der „Kompetenzen für die digitale Welt“ mit ausgewählten Robotiksystemen. Eine Einschätzung verschiedener Systeme bezüglich der KMK-Bildungsstandards. Online unter: www.christiani.de/cms/grundschule/ (Abrufdatum: 05.01.2023).
- Sáez-López, J.-M., Román-González, M. & Vázquez-Cano, E. (2016): Visual programming languages integrated across the curriculum in elementary school. In: Computers & Education, 97, 129–141.
- Schmeinck, D. (2021): Mehr als nur Befehle eingeben. Programmieren fördert auch das kreative und problemlösende Denken. In: Sachunterricht Weltwissen, 1, 6–7.
- Schmeinck, D. (2022): Förderung des kreativen, problemlösenden und informatischen Denkens durch spielerisches Programmieren im Sachunterricht. In: M. Haider & D. Schmeinck (Hrsg.): Digitalisierung in der Grundschule. Grundlagen, Gelingensbedingungen und didaktische Konzeptionen am Beispiel des Fachs Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, 211–224.
- Serafini, F. (2011): Expanding Perspectives for Comprehending Visual Images in Multimodal Texts. In: Journal of Adolescent & Adult Literacy, 54(5), 342–350.
- Stadler-Altmann, U. & Pahl, A. (2019): MINT-Didaktik und Allgemeine Didaktik im Gespräch: Problemlösen und Differenzieren als Planungsprinzipien. Opladen, Berlin Toronto: Barbara Budrich.
- Stark, G. (2009): Robotik mit MATLAB: Mit 33 Tabellen, 40 Beispielen, 55 Aufgaben und 37 Listings. Leipzig: Carl-Hanser-Verlag
- Sullivan, A. & Bers, M.U. (2016): Robotics in the early childhood classroom. Learning outcomes from an 8-week robotics curriculum in pre-kindergarten through second grade. In: International Journal of Technology and Design Education, 26(1), 3–20.
- Taylor, M., Harlow, A. & Forret, M. (2010): Using a computer programmingenvironment and an interactive whiteboard to investigate some math-ematical thinking. In: Procedia Social and Behavioral Sciences, 8, 305–321.
- Tedre, M. & Denning, P.J. (2016): The long quest for computational thinking. In: J. Sheard & C.S. Montero (Hrsg.): Koli’16: 16. Koli Calling International Conference on Computing Education Research; 24.bis 27. November 2016 Turku. New York: ACM, 120–129.
- Wu, C., Tseng, I. & Huang, S. (2008): Visualization of Program Behaviors. Physical Robots Versus Robot Simulators. In: R. Mittermeir & M. Syslo (Hrsg.): Informatics Education. Supporting Computational Thinking. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, 53–63.
- Yardi, S. & Bruckman, A. (2007): What is computing? Bridging the gap between teenagers' perceptions and graduate students' experience. In: R. Anderson, S. Fincher & M. Guzdial (Hrsg.): ICER'07: 3. International Computing Education Research Workshop; 15. bis 16. September 2007 Atlanta (USA). New York: ACM, 39–50.

Autor:innen

Haider, Michael, PD Dr.

Universität Regensburg

Lehrstuhl für allgemeine Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik

Universitätsstraße 31, 93040 Regensburg

michael.haider@physik.uni-regensburg.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte:

naturwissenschaftlicher und technischer Sachunterricht,

Digitalisierung im Grundschulunterricht,

notwendige Kompetenzen von Lehrkräften,

informatische Grundlagen bei Lehrkräften und Grundschulkindern

Knoth, Saskia, Dr.

Universität Regensburg

Lehrstuhl für allgemeine Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik

Universitätsstraße 31, 93040 Regensburg

saskia.knoth@paedagogik.uni-regensburg.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte:

naturwissenschaftlicher und technischer Sachunterricht,

Digitalisierung im Grundschulunterricht,

Unterstützung naturwissenschaftlicher Lernprozesse

durch den Einsatz digitaler Medien,

Informatiksysteme in der Grundschule

Saskia Knoth und Michael Haider

Informatische Kompetenzen durch Umsetzung von selbstentwickelten Unterrichtskonzepten im Sachunterricht stärken – Ein Seminarkonzept für angehende Grundschullehrkräfte

Abstract

Der Beitrag stellt ein Seminarkonzept vor, welches im Rahmen des Zusatzstudiums *Digitale Bildung* für angehende Grundschullehrkräfte an der Universität Regensburg entwickelt wurde. Ziel dabei ist es, neben der Integration von Inhalten der technischen Perspektive des Sachunterrichts und Inhalte der informatischen Bildung, fachspezifische und fachübergreifende medienbezogene Lehrkompetenzen für das Unterrichten in einer digitalisierten Welt (Forschungsgruppe Lehrerbildung Digitaler Campus 2017) zu fördern. Die Ergebnisse aus dem Seminar mit Theorie- und Praxisphase unterstreichen die Notwendigkeit informatischer Bildung im Kontext der Lehrkräfteprofessionalisierung.

1 Rahmenbedingungen des Seminarkonzepts – Eine Einleitung

Die Gesellschaft für Informatik hat 2019 mit den „Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich“ aufgezeigt, welche informatischen Inhalte in die Grundschule Eingang finden könnten und sollten. Dies geschah jedoch ohne spezifischen grundschulpädagogischen Blick. Die Möglichkeiten, die geforderten Kompetenzen beispielsweise mit den Inhalten des Sachunterrichts der Grundschule zu verknüpfen, wurde bisher weder empirisch belegt noch mit der Fachexpertise zum Lernen von Grundschülerinnen und Grundschülern verknüpft. Eine Möglichkeit zur Einbindung der zuvor grundschulpädagogisch-reflektierten, geforderten Kompetenzen eröffnet sich in der technischen Perspektiven des Sachunterrichts der Grundschule (Perspektivrahmen der GDSU 2013). Notwendig ist es dementsprechend, die Besonderheiten der technischen Perspektive des Sachunterrichts zu erarbeiten und Bezüge zur informatischen Bildung herzustellen. Denn längst haben die rasanten Fort-

schritte in der Informationstechnologie und der Digitalisierung einen großen Einfluss auf verschiedenste Aspekte unseres Lebens und sollten dementsprechend auch für Grundschullernende thematisiert und gemeinsam erarbeitet werden (Becher u.a. 2022). Sowohl digitale wie auch insbesondere informative Kompetenzen – als Teil der digitalen Kompetenzen – sind daher von entscheidender Bedeutung, um mit den Anforderungen der digitalen Welt zurecht zu kommen (Gervè 2022; Haider u.a. 2022). Die traditionellen Unterrichtsmethoden müssen hinsichtlich der Vermittlung dieser notwendigen Kompetenzen auch auf die individuellen Bedürfnisse der Schülerinnen und Schüler eingehen. In diesem Sinne ist es von großer Bedeutung, innovative Unterrichtskonzepte zu entwickeln, die auf die Stärkung informatischer Kompetenzen abzielen (Haider u.a. 2022). Im folgenden Beitrag soll ein Seminar-Konzept vorgestellt werden, das zum einen versucht, die informatischen Kompetenzen von Studierenden des Lehramts an Grundschulen an sich, sowie die Motivation, sich mit diesen informatischen Inhalten auseinanderzusetzen, zu erhöhen. Zum anderen soll das Seminar über die eigene Planung von spezifischen Unterrichtskonzepten zur informatischen Bildung den Anwendungsbezug der erworbenen fachlichen Kompetenzen stärken.

2 Vermittlung informatischer Kompetenzen an Grundschulkinder als Element zeitgemäßer Bildung

Die Mehrzahl der bisherigen Ansätze digitaler Bildung im Primarbereich geht vor allem von der Anwendung digitaler Medien aus. Programmieren von Systemen erschien bisher häufig schwierig und wenig motivierend (Bergner u.a. 2018; Schmeinck 2022). Durch das Berücksichtigen einfacher Robotiksysteme kann der Zugang aber erleichtert werden: solche Robotiksysteme gelten als motivierend und intuitiv, ermöglichen also bereits Grundschulkindern auf sehr einfache und dennoch fachlich korrekte Weise die Erarbeitung des Programmierens. Dabei begünstigt das Programmieren Problemstellungen zu identifizieren, abstrakt zu modellieren, komplexe Probleme in Teilschritte zu zerlegen und Lösungsstrategien zu entwerfen, auszuarbeiten und formalisiert darzustellen (Schmeinck 2021). Zudem ist der Anwendungsbezug transparent: Die Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler wird von Computern und Robotern mitbestimmt (Stalder 2016; Irion 2020). Bereits frühe Curricula der informatischen Bildung in den 1970er Jahren schlugen vor, durch Programmieren grundlegende informative Kenntnisse zu erwerben. Jedoch wurde diese Forderung meist nur durch Einüben isolierter Programmierbefehle anstelle von Denk- und Problemlösefähigkeiten umgesetzt, sodass das Wissen wenig nachhaltig scheint (Bergner u.a. 2018). Heute verwendet man zur Vor-

bereitung informatischen Denkens für grundlegende Problemlösefähigkeiten und technische Gestaltungskompetenzen den Begriff des *Computational Thinking* (Tredre & Denning 2016; Bergner u.a. 2018), wobei Goecke, Stiller und Schwanewedel (2021) darauf hinweisen, dass eine eindeutige Übersetzung des Begriffs *Computational Thinking* in die deutsche Sprache nicht ohne weiteres möglich ist. Eine Stärkung des informatischen Denkens kann durch die Arbeit mit Programmiersoftware geschehen. Besonders sogenannte *Empowering systems* sind dafür geeignet, Programmieren als kreatives Werkzeug zu vermitteln. Hier werden die „Komplexität sinnvoll reduziert“ sowie „Syntaxfehler vermieden“, indem bspw. vorgefertigte Programmierbausteine nur aneinandergefügt werden müssen (Bergner u.a. 2018, 92; Schmeinck 2022). Informatische Kompetenzen umfassen dabei die Fähigkeit, Informationen zu finden, zu bewerten und zu nutzen, um Probleme zu lösen und dabei kreative Lösungswege zu entwickeln (GI 2019). In einer zunehmend digitalisierten Gesellschaft sind diese Fähigkeiten für die berufliche und persönliche Entwicklung unerlässlich. Das Wissen um Programmierung, Datenanalyse, algorithmisches Denken und Informationsmanagement wird zunehmend auch im Sinne des Zukunftsarguments für Schülerinnen und Schüler wichtiger (Döbeli-Honegger 2017; Irion 2018; Haider & Knoth 2020). Informatische Bildung kann sogar als Querschnittsaufgabe der Grundschule betrachtet werden (Bergmann 2023). Durch die frühzeitige Integration informatischer Kompetenzen in den Sachunterricht wird dem Gesamtziel des Sachunterrichts, die Lebenswelt zu erschließen, Rechnung getragen. Inhaltliche Anknüpfungspunkte bietet hierfür unter anderem die technische Perspektive des Sachunterrichts (GDSU 2013; Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus 2014). Im Rahmen der perspektivenbezogenen Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen der technischen Perspektive wird das „produktive, technische Handeln“ hervorgehoben und ein „analysierendes und auf Verstehen ausgerichtetes Erfassen von Technik“ (GDSU 2013) betont. Dabei geht es zudem um die „Nutzung, Bewertung und Kommunikation von Technik“ (ebd.). Die zudem beschriebenen Themenbereiche der technischen Perspektive lassen explizite Bezüge zur informatischen Bildung zwar vermissen, implizit ist aber das Thema der informatischen Bildung oftmals Voraussetzung, um bspw. über aktuelle Arbeitsstätten diskutieren zu können. Bergner u.a. (2018) ergänzen, dass grundlegende Merkmale der technischen Perspektive und der informatischen Bildung ähnlich klingen, aber andere Konsequenzen bei kleinen Abweichungen drohen. Zudem werde in beiden Bereichen konstruiert, wenngleich diese Konstruktion in der Informatik durch eine sprachliche Formulierung geschieht (Mittermeir 2010). Um Schülerinnen und Schüler in diesem Sinne den Erwerb dieser informatischen Kompetenzen zu ermöglichen, müssen angehende Lehrkräfte innovative Ansätze für den Unterricht entwickeln können.

3 Kompetenzen auf Seite der Lehrenden: Entwicklung des passenden Unterrichts zur Vermittlung informatischer Kompetenzen

Für das Unterrichten in einer digitalen Welt wurden von verschiedenen Seiten Kompetenzen formuliert, deren normativ gesetzte Ausmaße für Lehrkräfte wünschenswert wären. Am Beispiel der Formulierung der Forschungsgruppe *Lehrerbildung Digitaler Campus* (2017) (als Rahmenkonzept für das hier konkret entwickelte Seminar) soll aufgezeigt werden, welche medienspezifischen und -unspezifischen Kompetenzen Studierende durch die Einbettung von Robotiksystemen in ein Seminar mit anschließender Unterrichtsplanung und -umsetzung gewinnen können.

Studierende können nach der eigenaktiven Auseinandersetzung mit Robotiksystemen im Bereich der *Planung und Entwicklung* lernen, mit spezifischen digitalen Medien wie iPads oder Robotiksystemen einen Einsatz im Unterricht zu planen und so mediengestützte Lehr-Lernszenarien zu gestalten (Forschungsgruppe Lehrerbildung 2017). Durch das eigenaktive Vermitteln informatischer Bildung soll außerdem bei den Studierenden erreicht werden, dass sie selbst in diesem Bereich technische Möglichkeiten kennenlernen, um Software und medientechnische Optionen zu identifizieren und in ihren späteren Unterricht einbinden zu können (ebd.). Gerade auch beim Einsatz von Robotiksystemen oder anderen kindgerechten Einstiegen in das Programmieren werden Studierende darauf aufmerksam, dass hier in besonderer Weise das „Berücksichtigen motivationaler und emotionaler Faktoren“ von Nöten ist (ebd.). Diese Systeme lösen bei den Kindern, für die die Studierenden den Unterricht gestalten, meist Begeisterung aus und können den Unterrichtsgegenstand sofort handelnd erfahren lassen. Entwickeln Studierende ihre Lernumgebungen und Unterrichtskonzepte selbst, so bietet dies „die Förderung der Reflexionsfähigkeiten und der Selbststeuerungskompetenz“, aber auch die Möglichkeit, den Unterricht an die individuellen Bedürfnisse der Lernenden anzupassen. Die entwickelten Konzepte sollen dabei unterschiedliche Lernstile, Interessen und Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler in besonderem Maße berücksichtigen. Im Anwendungsfeld des Programmierens zeigt sich den Studierenden auch, dass verschiedene moderne Programmierumgebungen, die nicht mehr nur auf die Lösung von künstlich geschaffenen Problemen in Mikrowelten abzielen, geeignet sind, um die Lernenden zu motivieren (z. B. für „ScratchJr“: Ruf u. a. 2014)¹. Im Rahmen der selbst erstellten Unterrichtssze-

1 So ist es motivierend für Kinder ab 5 Jahren, die App *Scratch junior* einzusetzen, welche fast vollständig ohne Text auskommt (Ruf u. a. 2014). Scratch ist dann die darauffolgende Browseranwendung. Später können mit diesem Wissen Apps programmiert werden. Durch den Einsatz von programmierbaren Robotern lassen sich Programmierungen motivationsfördernd als

narien erkennen Studierende das Bildungspotenzial des Zukunftsarguments: Moderne Technologien werden Arbeitswelten verändern, neue Jobs werden entstehen, alte evtl. von Maschinen und Robotern übernommen. So sehen sie, wie Bedienängstlichkeiten schon frühzeitig abgebaut und kindliche Neugier ausgenutzt werden kann, um auch zukunftsfähige Bildungsprozesse anzustoßen (Irion 2018).

Im Anschluss an die Planung der Studierenden soll eine geeignete *Realisierung* zur Feststellung der „Effizienz und Effektivität digitaler Lehr-Lern-Arrangements“ stattfinden (Forschungsgruppe Lehrerbildung 2017). So sollen Studierende mit informatischer Bildung „Strategien zur Lösung typischer medientechnischer Probleme“ selbst entwickeln, um sie später dauerhaft an ihre Schülerinnen und Schüler weitergeben zu können (ebd.). Durch die gemeinsame Ausarbeitung des Unterrichtskonzepts zweier Studierender, sollen außerdem „Aspekte adaptiver Unterstützung“ besser mitgedacht werden können, um die Arbeit des einzelnen Studierenden in der Unterrichtsstunde zu entlasten (ebd.).

Im Sinne der abschließenden *Evaluation* können die Lehrkompetenzen „Sammlung und Auswertung von Informationen zu Lernprozessen und Lernerfolg“ sowie „Reflexion des Einsatzes digitaler Medien im Unterricht“ (Forschungsgruppe Lehrerbildung 2017), ebenfalls durch den geplanten schulischen Anteil, gestärkt werden.

Zuletzt muss der Aspekt des *Sharings*, als Übertragung der Unterrichtskonzepte in andere Kontexte und der Implementierung fremder Unterrichtskonzepte, bei den Studierenden sensibilisiert und gefördert werden: Ziel der Seminare ist es unter anderem, Unterrichtsszenarien zu verschiedenen Robotiksystemen und auch zu analogen Zugangsweisen zu informatischen Denkweisen zu entwickeln. Die entwickelten Unterrichtsszenarien werden im Anschluss kommuniziert wie auch weitergegeben (Forschungsgruppe Lehrerbildung 2017). Eine weitere Möglichkeit besteht in der „Recherche, Beurteilung und Adaption fremder digitaler Unterrichtsszenarien“ (ebd.), da es gerade im englischsprachigen Raum durchaus schon viele Unterrichtsentwicklungen im Bereich der informatischen Bildung mit verschiedenen Systemen gibt, die aber teilweise nicht übersetzt sind und auch auf momentane Entwicklungen im deutschsprachigen Raum adaptiert werden müssen.

Die Vorteile der Arbeit mit der Entwicklung von Unterrichtskonzepten in Seminaren können auf unterschiedlichen Ebenen ausgemacht werden: auf der

Bewegungen oder Aktionen im Raum darstellen da die Zugänglichkeit über physische Erfahrungen einfacher und weniger frustrierend ist, so Xie, Antle und Motamedi (2008). Inwiefern auch die Förderung des *Computational Thinkings* mit Hilfe einer scratchbasierten Anwendung erfolgen kann, konnte Daniela Schmeinck (2023) am Beispiel von LEGO® Education SPIKE™ aufzeigen.

Ebene der Studierenden können die Unterrichtskonzepte den Praxisanteil im Studium erhöhen und durch die anschließende Anwendung auch die Motivation der Studierenden positiv beeinflussen. Auf der Ebene der Schülerinnen und Schüler sollen die Unterrichtskonzepte praktische Anwendungen informatischer Kompetenzen ermöglichen. Köster u.a. (2019) konnten – wenn auch an einer sehr kleinen Stichprobe – zeigen, dass Schülerinnen und Schüler die Interessantheit einzelner Robotiksysteme unterschiedlich wahrnehmen. Diese Erkenntnis wiederum führt durch gezielte Evaluation der Systeme im Seminar zu einem vertieften Verständnis für informative Anteile im Sachunterricht und erhöht die eigenen Kompetenzen auf Seite der Studierenden. Zudem sind informative Kompetenzen eng mit anderen Fachbereichen, wie bspw. Inhalten der naturwissenschaftlichen Perspektive, der Mathematik, der Kommunikationswissenschaften, etc. verbunden (Bergmann 2023; Schmeinck 2021; 2022). Selbstentwickelte Unterrichtskonzepte sollten daher interdisziplinäre Ansätze fördern, um den Schülerinnen und Schülern zu zeigen, wie informative Kompetenzen in verschiedenen Kontexten angewendet werden können. Schließlich sollen die Unterrichtskonzepte flexibel genug sein, um den sich ständig ändernden technologischen Entwicklungen gerecht zu werden. Sie sollen Raum für Innovation und Anpassung bieten.

Unterrichtskonzepte, die von den Studierenden entwickelt werden, ermöglichen es ihnen als angehende Lehrkräfte, Unterricht von Anfang an adaptiv zu planen und auf die individuellen Bedürfnisse der Schülerinnen und Schüler einzugehen. Durch die Zusammenführung von Lerngegenstand und unterschiedlichen Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler für den Unterricht können Studierende im Sinne einer didaktischen Rekonstruktion (Kattmann u.a. 1997; Duit u.a. 2012; Gervé 2022a; 2022b) hinsichtlich der adaptiven Unterrichtsplanning ihr volles Potenzial entfalten. Zudem können Studierende von Anfang an versuchen, den Aufbau kritischen Denkens und Problemlösestrategien bei den Schülerinnen und Schülern zu forcieren. Gerade letzteres kann bei der konkreten Anwendung von Robotiksystemen gut geschult werden, da es per se eine informative Aufgabe darstellt. Schließlich bringt es auf Ebene der Schülerinnen und Schüler Selbstvertrauen und den Aufbau eines akademischen Selbstkonzepts (Helmke u.a. 1995) bzgl. der Informatik, in dem sie Kompetenz erleben. Durch das Empfinden von Autonomie (Wahl des Arbeitstemplos, der Sozialform etc.) wird zudem die zweite Komponente der Selbstbestimmungstheorie der Motivation (Deci & Ryan 1993) erfüllt. Findet noch die Bestätigung durch die Mitschülerinnen und Mitschüler statt und fühlen sich Lernende sozial eingebunden, so werden sie wiederum für die Auseinandersetzung mit informatischen Inhalten motiviert. Dies alles trifft nicht nur auf Schülerinnen und Schüler sondern auch auf die Studierenden zu, wenn sie erfolgreich Unterricht der informatischen Bildung für Grundschulkinder umsetzen.

4 Vorstellung des konkreten Seminarkonzepts

Das Seminar wurde inhaltlich in fünf Abschnitte unterteilt, die wie folgt beschrieben werden können: Im ersten Teilbereich *Basics zur informatischen Bildung in der Grundschule* wurden zunächst grundlegende Fragen der Informatik und ihrer Beziehung zum Sachunterricht erarbeitet. Eine Fundierung des Themas wurde dabei durch die theoretische Verortung im bestehenden Rahmenmodell (Perspektivrahmen) und im Kreismodell der AG Medien und Digitalisierung der Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) erreicht.

Im Anschluss wurde *Fachkompetenz im Bereich der Informatikdidaktik* aufgebaut und somit die fachliche Grundlage für das Programmieren mit und von verschiedenen Systemen gelegt. Hierzu wurde nach einer Einführung in algorithmisches Denken, *Computational Thinking* und die zugrundeliegende Logik (u.a. über *CS unplugged*) ein erster Zugang zum Programmieren geschaffen. Als Umsetzungsarten wurden hier nach Bergner u.a. drei verschiedene Zugänge zur Vermittlung informatischer Inhalte gewählt: analoge Zugänge, softwarebasierte Zugänge und Informatiksysteme. Hier werden als analoge Zugänge Materialien von *CS unplugged*, aber auch passende Kinderbücher und Aufgaben, welche das informatische Denken schulen, wie jene des *Informatikbiber*, verwendet. Einen softwarebasierenden Zugang bot bspw. die App *ScratchJr* als lese- und schreibunabhängige Programmiersprache, aber auch andere Anwendungen wurden thematisiert und ausprobiert. *ScratchJr* stellt Schülerinnen und Schülern eine erste Programmierumgebung und somit außerdem eine wichtige Grundlage für die spätere erste Programmiersprache (*ScratchJr*) vor. Die spätere Computeranwendung *ScratchJr* vertieft die eingeführten Inhalte der Programmiersprache und zeigt das Prinzip der Syntaxerstellung. Mit dem EVA-Prinzip, welches auch die Gesellschaft der Informatik in den „Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich“ (2019) als wichtigen Inhalt betrachtet, sollen im Anschluss erste Systeme programmiert (*Dash* von *wonder workshop* und *Sphero Mini* sowie auch *matatalab* und *BlueBot*) und damit Bewegung sowie akustische und visuelle Signale ausgeben werden. Mithilfe der Platine des *BOB3* und des Systems *Lego WeDo 2.0* (Anleitungen hierzu von der Arbeitsgruppe an der Universität zu Köln um Daniela Schmeinck) wurden Aspekte der technischen Perspektive (Entwicklung von Arbeitsgeräten, Simulation von Erdbeben, Sensoren als technische Entwicklung) vertieft.

Im Anschluss an die fachliche Klärung wurden bei der *Planung von Sachunterricht in der technischen Perspektive* Aspekte der Unterrichtsplanung, unter anderem hinsichtlich der didaktischen Rekonstruktion (Kattmann u.a. 1997; Gervé 2022), dem Umgang mit Präkonzepten der Lernenden (Jung 1986; Duit 1989; Wodzinski 2001; Hartinger & Lohrmann 2012) aber auch die Umsetzung eines sprachsensiblen Sachunterrichts (Haider & Reber 2012; Rank &

Wildemann 2022) in den Fokus genommen. Das Erlernte wurde in einer sich anschließenden *Projektphase* in konkrete Unterrichtskonzepte umgesetzt. Durch einen Einsatz der Konzepte in der Praxis konnten die Planungen schließlich analysiert und reflektiert werden. Im *Seminarabschluss* wurden die Unterrichtskonzepte präsentiert und der Sharing-Aspekt praktiziert.

Dementsprechend ergeben sich für die Lehrveranstaltung folgende Ziele:

- Aufbau informatischer und informatikdidaktischer Kompetenzen
- Reflexion hinsichtlich informatischer Inhalte in der Grundschule
- Planung, Analyse und Reflexion eines Unterrichts zu Themenstellungen der Programmierung, des algorithmischen Denkens und des Computational Thinkings im Rahmen der technischen Perspektive der Grundschule hinsichtlich des Bildungspotenzials, der perspektivenbezogenen Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen, sowie der Unterrichtsplanung
- eigenaktive Planung einer Unterrichtseinheit zur Förderung informatischer Grundkompetenzen im Rahmen der technischen Perspektive des Sachunterrichts
- Durchführung und Reflexion des geplanten Unterrichts

Zusätzlich gab es noch folgende emotional-affektive Langzeitziele:

- Aufbau einer offenen Haltung gegenüber neuen Medien sowie der Informatik als Bezugsdisziplin
- Motivation, die technische Perspektive im Sachunterricht im späteren Unterricht zu integrieren sowie die Alltagsnähe und das Bildungspotenzial dieser Perspektive zu erkennen

5 Rückmeldung der Studierenden

Die Vermittlung informatischer Systeme wurde auch in anderen Seminaren als Teil der Perspektiven des Sachunterrichts bereits thematisiert. Die Studierenden lernten dabei in einer Seminarsitzung verschiedene Robotiksysteme kennen und die Rückmeldungen zu einem Einsatz dieser im späteren Unterricht waren dahingehend immer positiv. Da das Themengebiet in der universitären Lehre ungewöhnlich war, wurden die am neuen Konzept teilnehmenden Studierenden über Online-Lehretools im Learning-Management-System (LMS) Moodle zu den „exotischeren“ Inhalten qualitativ und quantitativ befragt. Dies zeigte, dass Studierende den Einsatz von Robotiksystemen im Unterricht als passenden Lerngegenstand sehen, diesen als motivierend werten. Sie betonten die zukünftige Relevanz dieser Inhalte. Jedoch gibt es Äußerungen, welche die fehlende intensive Einarbeitung thematisieren: „Grundsätzlich stehe ich einem Einsatz positiv gegenüber. Man muss sich nur darüber bewusst sein, dass eine Einarbeitung und ein fundiertes Wissen zum jeweiligen Robotiksys-

tem unabdingbar sind und es einer strukturierten, didaktischen Ausarbeitung und Vorarbeit der Unterrichtseinheiten bedarf.“ (Studentin im WS 2021). Insofern sollte das neue Seminarkonzept auch diese Einarbeitung ermöglichen und die didaktische Passung thematisieren.

Die beiden Studierendenkohorten in den Seminaren des Sommersemesters 2022 bzw. des Wintersemesters 2022 umfassen jeweils 20 Studierende. In einer Selbsteinschätzung vor Beginn des Seminars hielten die Studierenden ihr Vorwissen im informatischen Bereich für nicht besonders hoch. ($M=3,29$, $SD=2,05$, $min=0$, $max=9$) Die Streuung ist relativ groß.

Mithilfe des Evaluationsmaterials von Brünger u.a. (2019) wurden Einzelitems zu Einschätzungen zu eigenen informatikbezogenen Einstellungen der Studierenden erhoben. In Anbetracht des beschriebenen selbsteingeschätzten Vorwissens trauen sich die Studierenden eher wenig zu, informatische Kenntnisse an Kindern zu vermitteln ($M=1,49$, $SD=0,74$, $min=0$, $max=3$). Informatik wird jedoch als wichtiger Einfluss auf den Alltag anerkannt ($M=1,81$, $SD=0,69$, $min=0$, $max=3$). Gleichzeitig glauben die Studierenden, dass sie Spaß haben werden, sich mit informatischen Inhalten auseinander zu setzen ($M=1,86$, $SD=0,69$, $min=0$, $max=3$), haben aber wenige Ideen, wie man Kindern Informatik im Alltag vermitteln kann ($M=1,29$, $SD=0,57$, $min=0$, $max=3$). Zudem herrscht bei den Studierenden die Meinung Informatische Ideen seien ohne Computer nicht zu erklären ($M=0,76$, $SD=0,65$, $min=0$, $max=3$).

6 Zusammenfassung

Im Mittelpunkt der Lehrveranstaltung stand die Arbeit mit Robotiksystemen, welche Schülerinnen und Schülern Möglichkeiten bietet, die Integration kleiner Computer in alltäglichen Maschinen zu thematisieren und diese selbst zu programmieren. Schließlich sind Automaten, Robotiksysteme und ähnliche Hilfsmittel längst im Alltag der Schülerinnen und Schüler angekommen. Als selbstverständlich wird von den Kindern mittlerweile hingenommen, dass der Saugroboter den Boden der Wohnung sauber hält, der Rasenroboter für immer akkurat geschnittenen Rasen sorgt und bei manchen Familien von unterwegs die Heizung eingeschaltet wird, damit man es Zuhause gemütlich hat. Das hinter all diesen Funktionen meist kleine Computer versteckt sind, die für den steuerbaren Luxus sorgen, wird meist nicht thematisiert. Bereits in der Grundschule bieten sich jedoch Ansatzpunkte, um dieses Verständnis zu fördern. Dafür benötigen angehende Lehrkräfte allerdings fachspezifische und -didaktische Kompetenzen, um diese Ansatzpunkte in konkrete Unterrichtskonzepte zu überführen. Da diese Kompetenzen, aber auch Interessen zur Auseinandersetzung mit dem Thema im Rahmen von universitären angeregt werden können, sollte mit dem hier vorgestellten Konzept deutlich werden.

Literatur

- Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus (Hrsg.)(2014): LehrplanPLUS Grundschule.
- Becher, A., Blumberg, E., Goll, T., Michalik, K. & Tenberge, C. (Hrsg.)(2022): Sachunterricht in der Informationsgesellschaft. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Bergmann, H. P. (2023): Mehr als Coden – Informatische Bildung in der Primarstufe. In: T. Irion, M. Peschel & D. Schmeinck (Hrsg.): Grundschule und Digitalität. Grundlagen, Herausforderungen, Praxisbeispiele (Bd. 155). Frankfurt am Main: Grundschulverband e.V., 68–79.
- Bergner, N., Hubwieser, P., Köster, H., Magenheim, J., Müller, K., Romeike, R., Schroeder, U. & Schulte, C. (2018): Frühe informatische Bildung – Ziele und Gelingensbedingungen für den Elementar- und Primarbereich. Opladen: Barbara Budrich.
- Brünger, K., Franke-Wiekhorst, A., Griffiths, K., Günther, C. & Radtke, M. (2019): Informatische Bildung für Kinder im Kita- und Grundschulalter – ein Konzept zum entdeckenden und forschenden Lernen für die Praxis. GDSU-Journal, 9, 106–117.
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (1993): Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. In: Zeitschrift für Pädagogik, 39(2), 223–238.
- Döbeli-Honegger, B. (2017): Mehr als 0 und 1: Schule in einer digitalisierten Welt. Bern: hep.
- Duit, R. (1989): Vorstellungen von Magnetismus. Naturwissenschaften im Unterricht. In: Naturwissenschaften im Unterricht. Physik, Chemie, 37(44), 4–5.
- Duit, R., Gropengiesser, H., Kattmann, U., Komorek, M. & Parchmann, I. (2012): The Model of Educational Reconstruction – a framework for improving teaching and learning science. In: D. Jorde & J. Dillon (Hrsg.): Science education research and practice in Europe. Wiesbaden: Springer, 13–37.
- Forschungsgruppe Lehrerbildung Digitaler Campus (Schultz-Pernice, F., Kotzebue, L. von, 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., Kuhbander, C. & Fischer, F.) (2017): Kernkompetenz von Lehrkräften für das Unterrichten in einer digitalisierten Welt. In: merz – medien + erziehung, Zeitschrift für Medienpädagogik, 4, 65–74.
- GDSU (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts) (Hrsg.)(2013): Perspektivrahmen Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Gervé, F. (2022): Sachunterrichtsdidaktische Rekonstruktion – Ein Modell. In: U. Queisser & K. Schneider (Hrsg.): Landwirtschaft im Sachunterricht. Mehr als ein Ausflug auf den Bauernhof?! Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren, 151–159.
- Gervé, F. (2022): Sachunterricht in der Informationsgesellschaft. In: A. Becher, E. Blumberg, T. Goll, K. Michalik & C. Tenberge (Hrsg.): Sachunterricht in der Informationsgesellschaft. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, 17–29.
- Goecke, L., Stiller, J. & Schwanewedel, J. (2021): Algorithmusverständnis in der Primarstufe. Eine Studie im Kontext des Einsatzes von programmierbarem Material. In: B. Landwehr, I. Mammes & L. Murmann (Hrsg.): Technische Bildung im Sachunterricht der Grundschule. Elementarbildungsbedeutsam und dennoch vernachlässigt? Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, 117–132.
- Haider, M. & Knoth, S. (2020): Digitale Medien in der Grundschule. Vermittlung der nötigen Kompetenzen schon in der Lehramtsausbildung. In: Behörden Spiegel, 24–25.
- Haider, M. & Reber, K. (2012): Eis, Wasser, Dampf. Sprachförderung im Sachunterricht. In: Sache – Wort – Zahl, 128(40), 16–26.
- Haider, M., Peschel, M., Irion, T., Gryl, I., Schmeinck, D. & Brämer, M. (2022): Die Veränderung der Lebenswelt der Kinder und ihre Folgen für den Sachunterricht, Lehrkräftebildung und sachunterrichtsdidaktische Forschung. In: A. Becher, E. Blumberg, T. Goll, K. Michalik & C. Tenberge (Hrsg.): Sachunterricht in der Informationsgesellschaft. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, 55–72.

- Helmke, A. & Aken, M. (1995): The Causal Ordering of Academic Achievement and Self-Concept of Ability During Elementary School: A Longitudinal Study. In: *Journal of Educational Psychology*, 87, 624–637.
- Irion, T. (2018): Wozu digitale Medien in der Grundschule? Sollte das Thema Digitalisierung in der Grundschule tabuisiert werden? In: *Grundschule aktuell: Zeitschrift des Grundschulverbandes*, 142, 3–7.
- Irion, T. (2020): In Zeiten der Digitalisierung: Welche Medienbildung brauchen Kinder? In: *Grundschule aktuell: Zeitschrift des Grundschulverbandes*, 149, 11–13.
- Jung, W. (1986): Alltagsvorstellungen und das Lernen von Physik und Chemie. In: *Naturwissenschaften im Unterricht. Physik, Chemie*, 34(13), 2–6.
- Kattmann, U., Duit, R., Gropengießer, H. & Komorek, M. (1997): Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion – Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 3, 3–18.
- Köhlein, W. (2014): Aufgaben und Ziele des Sachunterrichts. In: W. Einsiedler, M. Götz, A. Hartinger, F. Heinzel, J. Kahlert & U. Sandfuchs (Hrsg.): *Handbuch Grundschatlpädagogik und Grundschuldidaktik*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, 512–521.
- Köster, H., Straube, P., Brämer, M., Mehrtens, T., Nordmeier, V. & Voigt, J. (2019): Zum Interesse von Grundschulkindern an informatischen Lernmaterialien. In: *PhyDid B – Didaktik der Physik – Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*, 1. Online unter: <https://ojs.dpg-physik.de/index.php/phydid-b/article/view/998> (Abrufdatum: 05.01.2023).
- Lohrmann, K. & Hartinger, A. (2012): Kindliche Präkonzepte im Sachunterricht: Empirische For- schung und ihr praktischer Nutzen. In: *Die Grundschulzeitschrift*, 26(252/253), 16–21.
- Mittermeir, R. (2010): Informatikunterricht zur Vermittlung allgemeiner Bildungswerte. In: G. Brandhofer, G. Futschek, P. Micheuz, A. Reiter & K. Schoder (Hrsg.): *25 Jahre Schulinformatik in Österreich. Zukunft mit Herkunft*. Tagungsband. OCG Schriftenreihe, 54–73.
- Rank, A. & Wildemann, A. (2022): Die Sachen versprachlichen. In: J. Kahlert, M. Fölling-Albers, M. Götz, A. Hartinger, S. Miller & S. Wittkowske (Hrsg.): *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, 499–505.
- Ruf, A., Mühling, A. & Hubwieser, P. (2014): Scatch vs. Karel: Impact on earning outcomes and motivation. In: C. Schulte, M. Caspersen & Gal-Ezer (Hrsg.): *WiPSCE’14: 9th Workshop on Primary and Secondary Computing Education*; 5. bis 7. November 2014 Berlin. New York: ACM, 5–7.
- Schmeinck, D. (2021): Mehr als nur Befehle geben. Programmieren fördert auch das kreative und problemlösende Denken. In: *Sachunterricht Weltwissen*, 17, 6–9.
- Schmeinck, D. (2022): Förderung des Kreativen, problemlösenden und informatischen Denkens durch spielerisches Programmieren im Sachunterricht. In: M. Haider & D. Schmeinck (Hrsg.): *Digitalisierung in der Grundschule. Grundlagen, Gelingensbedingungen und didaktische Konzeptionen am Beispiel des Fachs Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, 211–224.
- Stalder, F. (2016): *Kultur der Digitalität*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Tedre, M. & Denning, P.J. (2016): The Long Quest for Computing Education Research. In: J. Sheard & C.S. Montero (Hrsg.): *Koli’16: 16. Koli Calling International Conference on Computing Education Research*; 24.bis 27. November 2016 Turku. New York: ACM, 120–129.
- Wodzinski, R. (2011): Naturwissenschaftliche Fachkonzepte anbahnen – Anschlussfähigkeit verbessern. Handreichung des Programms SINUS an Grundschulen. Kiel: IPN Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik an der Universität Kiel.
- Xie, Z. L., Antle, A. N. & Motamedi, N. (2008): Are tangibles more fun?: Comparing children’s enjoyment and engagement using physical, graphical and tangible user interfaces. In: A. Schmidt, H.-W. Gellersen, E. v. d. Hoven, A. Mazalek, P. Holleis & N. Villar (Hrsg.): *TEI’08: 2. Conference on Tangible and embedded interaction*; 18. bis 20. Februar Bonn. New York: ACM, 191–198.

Autor:innen

Knoth, Saskia, Dr.

Universität Regensburg

Lehrstuhl für allgemeine Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik

Universitätsstr. 31, 93040 Regensburg

saskia.knoth@paedagogik.uni-regensburg.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte:

naturwissenschaftlicher und technischer Sachunterricht,

Digitalisierung im Grundschulunterricht,

Unterstützung naturwissenschaftlicher Lernprozesse

durch den Einsatz digitaler Medien,

Informatiksysteme in der Grundschule

Haider, Michael, PD Dr.

Universität Regensburg

Lehrstuhl für allgemeine Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik

Universitätsstr. 31, 93040 Regensburg

michael.haider@physik.uni-regensburg.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte:

naturwissenschaftlicher und technischer Sachunterricht,

Digitalisierung im Grundschulunterricht,

notwendige Kompetenzen von Lehrkräften,

informatische Grundlagen bei Lehrkräften und Grundschulkindern

Martin Fricke und Klaus Killich

Informatische Grundbildung in der Primarstufe und im Jahrgang 5 gestalten

Abstract

In einem exemplarischen Projekt werden mit sechs Tandems aus Grundschulen und weiterführenden Schulen in einem Schulamtsbezirk in Nordrhein-Westfalen Unterrichtsvorhaben und -materialien zum Erwerb von Kompetenzen der informatischen Grundbildung in der Primarstufe, hier insbesondere im Sachunterricht, und in Klasse 5/6 der weiterführenden Schulen, dort im Informatikunterricht, entwickelt, erprobt und evaluiert. Ebenfalls werden Erfahrungen über Formate für den Kompetenzzuwachs bei Lehrkräften, Beratungs- und Unterstützungsbedarfe durch die schulfachlichen Aufsichten und Notwendigkeiten von Fortbildungs- und Vernetzungsangeboten gewonnen. Involviert sind neben den Tandemschulen die schulfachlichen Aufsichten der Schulformen Grundschule und Gymnasien, sowie Moderierende der Lehrkräftefortbildung und Bildung in der digitalen Welt sowie ein universitärer Standort im Rahmen der Bereitstellung von Unterrichtsmaterialien. Das Projekt ist auf einen Zeitraum von zwei Schuljahren angelegt und nutzt die Methodik und den Sprachduktus des hybriden Projektmanagements.

1 Ausgangslage

Die nachfolgend dargestellte Ausgangslage fokussiert eine Auswahl der bildungspolitischen Entwicklungen auf die Auswirkungen für die informatische Grundbildung im Rahmen des Sachunterrichts im Bundesland Nordrhein-Westfalen, da dort das skizzierte Projekt verortet ist.

1.1 Bildungspolitische Entwicklungen

Als grundlegend ausschlaggebendes Bildungsdokument kann die KMK Strategie „Bildung in der digitalen Welt“ von 2016 bzw. in der Fassung von 2017 angesehen werden (KMK 2017). Hierauf aufbauend wurde in Nordrhein-Westfalen der „Medienkompetenzrahmen NRW“ 2017 entwickelt (Medienberatung NRW 2017). Anschließend hat 2021 eine Implementation von Medienkompetenzen in die Lehrpläne der Grundschule in NRW stattgefunden (MSB NRW 2021a). So findet sich im Lehrplan Sachunterricht für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen von 2021 die folgenden Formulierungen:

„Kompetenzerwartungen am Ende der Klasse 4

Die Schülerinnen und Schüler simulieren und beschreiben das EVA-Prinzip (Eingabe, Verarbeitung, Ausgabe) als Grundprinzip der Datenverarbeitung in Informatiksystemen anhand eines Beispiels. Die Schülerinnen und Schüler programmieren eine Sequenz.“ (MSB NRW 2021a, 192)

Diese Formulierungen sind dem Bereich *Technik, digitale Technologie und Arbeit* und dort dem Inhalt *Bauen und Konstruieren* zugeordnet.

Während der „Medienkompetenzrahmen NRW“ mit einem Erlass per Schulmail vom 26.06.2018 einher ging und die allgemeinbildenden Schulen aufgefordert waren, ihre Medienkonzepte als Teil der Schulprogrammarbeit bis Schuljahrsende 2019/2020, also dem 31.07.2020, zu aktualisieren und Kompetenzen des MKR NRW „nach Gusto“ in den schulinternen Curricula zu ergänzen (MSB 2018), schaffen die Lehrpläne für die Grundschule Fakten, inwieweit welche medien- bzw. digitalisierungsbezogenen Kompetenzerwartungen in welchen Fächern und Jahrgangsstufen zu erreichen sind. Insbesondere der Kompetenzbereich *Problemlösen und Modellieren* (siehe Abb. 1), der schwerpunktmäßig informatische Konzepte und Algorithmen behandelt, ist somit seit 2021 im Bereich *Technik, digitale Technologie und Arbeit* des Lehrplans Sachunterricht NRW stärker angebunden und somit dort der technischen Perspektive des Sachunterrichts zugeordnet.

Problemlösen und Modellieren	
Prinzipien der digitalen Welt Grundlegende Prinzipien und Funktionsweisen der digitalen Welt identifizieren, kennen, verstehen und bewusst nutzen	Modellieren und Programmieren Probleme formalisiert beschreiben, Problemlösestrategien entwickeln und dazu eine strukturierte, algorithmische Sequenz planen; diese auch durch Programmieren umsetzen und die gefundene Lösungsstrategie beurteilen
Algorithmen erkennen Algorithmische Muster und Strukturen in verschiedenen Kontexten erkennen, nachvollziehen und reflektieren	Bedeutung von Algorithmen Einflüsse von Algorithmen und Auswirkung der Automatisierung von Prozessen in der digitalen Welt beschreiben und reflektieren

Abb. 1: Kompetenzbereich *Problemlösen und Modellieren* des „Medienkompetenzrahmens NRW“ (bereitgestellt von Medienberatung NRW 2017)

Ebenso ist zu erwähnen, dass der Lehrplan Sachunterricht NRW nicht explizit Prozess- und Inhaltsbereiche voneinander trennt und somit Formulierungen z. T. auf die „Goldwaage“ gelegt werden müssen, um deren

fachdidaktische Dimension zu begreifen. Eine intuitive, fachdidaktisch angemessene Auseinandersetzung u.a. durch fachfremde oder nicht bodenständig ausgebildete Grundschul- bzw. Sachunterrichtslehrkräfte darf in denen die informatische Bildung betreffenden Kompetenzerwartungen mindestens mit Sorge betrachtet werden.

1.2 Medienkonzept, TpEk und Medienentwicklungsplan

Die Implementation von Kompetenzen in die schulinternen Curricula im Bereich der *Bildung in der digitalen Welt* und damit auch der informatischen Bildung ist eng verzahnt mit der Ausstattungsfrage. Diese ist für NRW grundsätzlich im § 79 SchulG NRW geregelt:

„Die Schulträger sind verpflichtet, die für einen ordnungsgemäßen Unterricht erforderlichen Schulanlagen, Gebäude, Einrichtungen und Lehrmittel bereitzustellen und zu unterhalten sowie das für die Schulverwaltung notwendige Personal und eine am allgemeinen Stand der Technik und Informationstechnologie orientierte Sachausstattung zur Verfügung zu stellen.“ (Ministerium für Inneres des Landes NRW 2023).

Über die „Digitalstrategie Schule NRW“ (ehem. Digitaloffensive Schule NRW) (MSB NRW 2021c) und die landesseitige Umsetzung des *Digitalpakts Schule*, dem *Digitalpakt Schule NRW* (Bezirksregierung Düsseldorf 2023) per Förderrichtlinie, hat es somit neben den stetig konkreter werdenden curricularen Vorgaben auch Bewegung in Ausstattungsfragen gegeben. Diese äußeren Schulangelegenheiten fallen in den Aufgabenbereich des Schulträgers. Schulen aktualisieren somit seit 2018 ihre Medienkonzepte unter Berücksichtigung der Schulentwicklungsdimensionen *Personal, Organisation, Unterricht*, und ebenso *Technologie* und *Kooperation*. (Bezirksregierung Münster 2019) Im Rahmen dieser Medienkonzepte, die als schulinternes Steuerungsinstrument für Schulentwicklungsprozesse dienen können, erstellen sie somit technisch-pädagogische Einsatzkonzepte (TpEk) im Sinne einer pädagogisch begründeten „Wunschliste“ zur Ausstattung durch den Schulträger, die im Idealfall vom diesem „eingesammelt“ und in einem freiwilligen kommunalen *Medienentwicklungsplan* (MEP) gebündelt werden. Dieser MEP dient dann als Grundlage für weitere kommunale bzw. kommunalpolitische Entscheidungsprozesse. Die TpEk der Schulen werden ferner als verbindliche Dokumente zur Beantragung von Fördermitteln im Rahmen des *Digitalpakts Schule NRW* durch den Schulträger genutzt. Der Erfüllung der Ausstattungswünsche wird somit seitens des Schulträgers nach bestem Wissen und Vermögen nachgegangen.

1.3 Kompetenzen für den Primarbereich und Empfehlungen für die Lehrkräftebildung der GI

Die 2019 verabschiedeten Empfehlungen „Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich“ der Gesellschaft für Informatik (GI) stellen neben den Grundsätzen der Fachorientierung und Interdisziplinarität, der Chancengleichheit und Inklusion sowie Ausführungen zu Orten informatischer Bildung und der erforderlichen Ausstattung ebenfalls Inhaltsbereiche und Prozessbereiche für die informatische Bildung im Primarbereich dar (GI 2019):

Tab. 1: Prozess- und Inhaltsbereiche entsprechend der Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich (GI 2019)

Prozessbereiche sind:	Inhaltsbereiche sind:
<ul style="list-style-type: none">• Modellieren und Implementieren• Begründen und Bewerten• Strukturieren und Vernetzen• Kommunizieren und Kooperieren• Darstellen und Interpretieren	<ul style="list-style-type: none">• Information und• Algorithmen• Sprachen und Automaten• Informatiksysteme• Informatik, Mensch und Gesellschaft

Auch werden in der Verzahnung ebendieser Prozess- und Inhaltsbereiche in Anlehnung an die Struktur der Lehrpläne der Grundschule jeweils Kompetenzerwartungen für das Ende der Klasse 2 und Ende der Klasse 4 formuliert. So werden etwa unter dem Inhaltsbereich *Informatiksysteme* spiralcurricular Bestandteile von Informatiksystemen Ende Klasse 2 mit entsprechender Fachsprache benannt und Ende Klasse 4 Funktionsweisen von Informatiksystem anhand des EVA-Prinzips beschrieben.

Tab. 2: Auszug Kompetenzen zum Inhaltsbereich Informatiksysteme (GI 2019)

Ende Klasse 2	Ende Klasse 4
Die Schülerinnen und Schüler - Benennen die Bestandteile von Informatiksystemen unter Verwendung der Fachsprache der Informatik.	Die Schülerinnen und Schüler - Geben grundlegende, allgemeingültige Beschreibungen der Funktion und Arbeitsweise von Informatiksystemen an (EVA-Prinzip).

Ein weiterer Bereich des Dokuments liefert ein umfangreiches Glossar als An- satz der Übersetzung der fachlich-fachdidaktisch orientierten Fachsprache für fachfremde Grundschullehrkräfte.

Ein Desiderat nach der Veröffentlichung der GI-Empfehlungen für den Primarbereich ist die Bereitstellung von Beispielen und Unterrichtsmaterialien

in Anlehnung an die o.g. Kompetenzerwartungen. In diesem Kontext hat die AG *Informatische Bildung im Primarbereich* der fachdidaktischen Gespräche Königstein der GI eine Übersicht an empfehlenswerten Projekten mit der Zielgruppe Primarstufe aus der deutschsprachigen Informatikdidaktik-Community zusammengetragen und in einer in der Finalisierung befindlichen Webseite mit entsprechenden Steckbriefen aufbereitet (GI 2023).

Der *Arbeitskreis Lehrkräftebildung* der GI formuliert in seiner Position vom April 2021, dass sich durch Digitalisierung Themen und Praktiken in allen Wissenschaften, Studiengängen und Berufen verändern und somit zum Verständnis, zur Reflexion und zur Mitgestaltung dieser digital vernetzten Welt grundlegende Informatikkompetenzen notwendig sind (GI 2021).

Die daraus abgeleiteten Zielperspektiven beinhalten unter anderem, dass alle Lehrkräfte aller Schulstufen und Schulformen über Informatikkompetenzen als Voraussetzung zum Verständnis, zur Reflexion und zur Mitgestaltung der digital vernetzten Welt verfügen; dies bedeutet insbesondere:

- „Lehrkräfte erkennen in den eigenen Fächern, Bezugswissenschaften und im Bildungsbereich digitalisierungsbezogene Veränderungen und informatische Strukturen.“
- Lehrkräfte zeigen eine offene und sachkundige Haltung gegenüber Phänomenen aus Sicht der Informatik.
- Lehrkräfte sind in der Lage, digitale Werkzeuge und informatische Arbeitsweisen im beruflichen Alltag reflektiert auszuwählen und sie kompetent, strukturiert, souverän und effizient einzusetzen.
- Lehrkräfte können Phänomene aus einer informatischen Sicht im eigenen Unterricht bewusst sichtbar werden lassen, erklären und reflektieren.
- Der problemlösende Umgang von Lehrkräften mit Daten und Informatiksystemen im Alltag und in der Schule ist beispielgebend und ermöglicht auch Schüler*innen, eine informatische Perspektive altersgerecht einzunehmen und sich kompetent zu verhalten.
- Im Berufsfeld ‚Schule‘ berücksichtigen Lehrkräfte eine informatische Perspektive bei der Gestaltung und Weiterentwicklung aller schulischen Arbeitsprozesse und beziehen alle beteiligten Bezugs- und Berufsgruppen ein.
- Lehrkräfte in Leitungspositionen nehmen ihre besondere Verantwortung auf Basis ihrer informatischen Kompetenz wahr.“ (GI 2021)

1.4 Pflichtfach Informatik in Klasse 5/6

Die Jahre- wenn nicht gar jahrzehntelangen Bemühungen für ein Pflichtfach Informatik in den allgemeinbildenden Schulen wurden im Jahr 2019 erhört. Am 19.11.2019 informiert das Schulministerium NRW über

„den Entwurf einer Verordnung zur Einführung der Fächer Wirtschaft und Informatik an allen Schulformen in der Sekundarstufe I und zu weiteren Änderungen der

Ausbildungs- und Prüfungsordnung, [denn ohne] vertiefte ökonomische Kompetenzen und grundlegende digitale Kenntnisse ist [ein selbstbestimmtes Leben in unserer Gesellschaft und einen erfolgreichen Berufseinstieg] in der heutigen Zeit schlicht nicht mehr möglich.“ (Land NRW 2019, 1)

Für diese bildungspolitischen Entwicklungen können die Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik (GI 2008) als Referenzdokument berücksichtigt werden.

1.5 Das Positionspapier der Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts

Im Jahr 2021 hat die Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) ein Positionspapier „Sachunterricht und Digitalisierung“ veröffentlicht. Der Sachunterricht als Unterrichtsfach sowie die Didaktik des Sachunterrichts müsse sich den Herausforderungen der sich ständig veränderten Lebens- und Denkwelten stellen, heißt es dort. Ebenso muss ein weiterführender, fachdidaktischer und vor allem sachunterrichtsdidaktisch-vielperspektivischer Diskurs stattfinden (GDSU 2021). Die Didaktik des Sachunterrichts ist durch ihren interdisziplinären Ansatz ein geeigneter Ort für die didaktische Rekonstruktion des komplexen Themenfeldes der zunehmenden Digitalisierung und eine integrativ-fächerverbindenden Strategie einer Grundschulbildung in der digitalen Welt entsprechend der KMK; ein Austausch mit weiteren fachdidaktischen und fachwissenschaftlichen Disziplinen zur perspektivvernetzenden Integration wird seitens der GDSU positiv gesehen.

Der Sachunterricht betrachtet das Themenfeld Digitalisierung bzw. Digitalität auf zwei Ebenen: Lernen *mit* Medien und Lernen *über* Medien, Medien inkludiert an dieser Stelle die Informatik. Medien werden somit u. a. zu einem perspektivvernetzenden Unterrichtsgegenstand, der das Lernen über Artefakte und Phänomene der Digitalisierung der Informatik einbezieht und entsprechende Kompetenzerwerb aus Sicht der Sache und aus Sicht der Kinder (in Rekurrenz auf Köhnlein) (ebd.) ermöglicht. Hierüber können Kinder Phänomene, Artefakte, Probleme und Risiken der Digitalisierung kritisch reflektieren, um ihre Lebenswirklichkeit zu verstehen und diese demokratisch und nachhaltig mitgestalten zu können.

Die GDSU spricht sich ferner gegen eine verengte Vorstellung von informatischer Grundbildung als „Programmieren-Lernen“ (GDSU 2021, 2) aus und verortet die Kompetenzziele, Inhalte und Methode einer informatischen Grundbildung entsprechend der Formulierung der Gesellschaft für Informatik (GI 2019) grundsätzlich im sachunterrichtlichen Kontext. Ebenso wird ein perspektivbezogenes als auch perspektivvernetzendes Lernen *über* Medien als in den Sachunterricht integrierbar bewertet. Eine Vernetzung der informatischen

Inhalte mit den sachunterrichtlichen Perspektiven können hierbei einen stärkeren Lebensweltbezug ermöglichen. Die GDSU spricht sich ebenso dafür aus, dass die von Digitalisierung geprägte Lebenswirklichkeit in ihrer Vielschichtigkeit differenziert rekonstruiert werden muss und beispielsweise eine Operationalisierung mittels informatischer Modellierung durch Algorithmen nur eine eingeschränkte (Re-)Konstruktion zulässt. Daher bedient sich die (sachunterrichts-)didaktische Rekonstruktion der Informatik und ihrer Didaktik (als Hilfswissenschaft?) und verzahnt diese mit didaktischen Entscheidungen im Interesse der kindlichen Welterschließung, obgleich dies eine Fachpropädeutik einschließt: „Konzept- und Materialienentwicklungen zur Digitalisierung haben sich explizit in diesem Gesamtkontext zu verorten und die integrative Anschlussfähigkeit zu anderen Aspekten oder Perspektiven sicherzustellen.“ (GDSU 2021, 3)

Die GDSU formuliert in ihrem Positionspapier abschließend Leitlinien in Form von Fokussen:

- 1) *Kompetenz- und Kindorientierung*: bildende Erschließung der Lebenswelt findet anhand von Artefakten und Phänomenen statt,
- 2) *Sachunterricht, Medienbildung und informative Grundbildung*: Sachunterricht muss immer vielperspektivisch und kontextbezogen umgesetzt werden,
- 3) *Doppelte Einbindung*: Der Sachunterricht ist geprägt von der Dualität des Lernens mit und über Medien,
- 4) *Sprache und Begriffe*: Sachunterricht muss sprach- und begriffssensibel umgesetzt werden,
- 5) *Ausstattung und Innovation*: Zeitgemäße und zukunftsorientierte Lernumgebungen erfordern sachunterrichtsspezifische Innovation, Ausstattung und Professionalisierung (GDSU 2021).

1.6 Die RANG-Kompetenzdimensionen im Rahmen einer Bildung in der digital-medial geprägten und gestaltbaren Welt

Es herrschen bis 2023 bereits eine Vielzahl an Kompetenzformulierungen vor, u.a. KMK 2017, Medienberatung NRW 2017, GI 2019 – einige wurden in diesem Beitrag bereits skizzenhaft dargestellt und eingeordnet – sowohl Lehrkräften, als auch Bildungsplankommissionen die Bestimmung zentraler Kompetenzbereiche für die Digitale Grundbildung erschweren, wie sich in differierenden bildungspolitischen Konkretisierungen in Grundschulcurricula, differierenden Unterrichtskonzepten in den Grundschulen und auch Zielformulierungen in Medienentwicklungsplänen zeigt (Irion u.a. 2023). Grundschulen und Schulträger bemühen sich nach bestem Wissen und Vermögen (vgl. Abschnitt 1.2) und entsprechend der Situation des Lehrkräftemangels (Stand

01.06.2023: 6.700 nicht besetzte Lehrkräftestellen) (MSB 2023) und den eingeschränkten haushälterischen Möglichkeiten, durch eine Vielzahl an Fördermitteln und damit verbundenen Auflagen sowie zunehmenden verkomplizierten Rahmenbedingungen, Bildung in der digitalen Welt zu ermöglichen.

Mit der Formulierung der *Bildung in der digital-medial geprägten und gestaltbaren Welt* und dem damit einhergehenden Kulturwandel in der Bildung stellen Irion u.a. (2023) mit den *RANG-Kompetenzdimensionen* einen Orientierungsrahmen vor, mithilfe dessen eine stärkere Systematisierung der schulischen Medienkonzeptarbeit und der Umsetzung in schulinterne Curricula ermöglicht werden soll.

Die vier Säulen der Digitalen Grundbildung dieses Orientierungsrahmens beinhalten unter anderem den Bereich *Analyse*, in dem Kinder „ein Verständnis für grundlegende Funktionsprinzipien und Strukturen der Digitalität“ (Irion u.a. 2023, 34) benötigen. Hierzu zählt z.B. das Verstehen grundlegender informatischer Prozesse und Strukturen (ebd.). Auch im Bereich *Gestaltung* benötigen Kinder „Kompetenzen zur Nutzung digitaler Technologien und Medien zur gestaltenden Teilhabe an politischen, kulturellen und wirtschaftlichen Prozessen der Digitalität, wie auch zur Gestaltung der digitalen Entwicklung selbst.“ (ebd., 33).

In Bezug auf die informatische Grundbildung an Grundschulen unterscheiden Irion u.a. (2023) in ihren Ausführungen zwischen *Digitalisierung* und *Digitalität*. *Digitalisierung* wird in diesem Verständnis als die Umwandlung von Daten von analogen Werten in digitale Signale definiert. *Digitalität* hingegen umfasst sowohl die technologischen als auch gesellschaftlichen Veränderungen im Zuge des digitalen Wandels. Die ferner beschriebene *Kultur der Digitalität* weist die drei Eigenschaften *Referentialität*, *Gemeinschaftlichkeit* und *Algorithmizität* aus. Letztere Eigenschaft beschreibt, dass informatische Konzepte (Algorithmen) genutzt werden, um Daten zu reduzieren und zu formen (analysieren und strukturieren), sodass diese zur Gestaltung von Gesellschaften genutzt werden können. Die Notwendigkeit einer informatischen Grundbildung im Rahmen einer *digital-medial geprägten und gestaltbaren Welt* dürfte somit gegeben sein. Irion u.a. (2023) geben darüber hinaus erläuternde Bemerkungen für die Anwendung des von ihnen entwickelten Orientierungsrahmens RANG. Insbesondere in Bezug auf die informatische Grundbildung in Grundschulen ist hierbei hervorzuheben, dass

- der Entwicklungsstand der Kinder zu berücksichtigen ist und gerade im Grundschulalter die Möglichkeiten der aktiven Teilhabe nicht überschätzt werden sollten,
- umfassende Digitalitätskompetenz nicht zum Abschluss der Grundschule erreichbar sein wird und die Kompetenzdimensionen nicht als Pflichtenheft missverstanden werden sollten,

- keinesfalls alle vier Kompetenzdimensionen bei allen in der Grundschule bearbeiteten Phänomenen berücksichtigt werden sollten; wohl aber auch nicht monothematisch z. B. informatische Kompetenzen, etwa durch Programmierkurse, gefördert werden sollten,
- die Kompetenzdimensionen vielmehr exemplarisch in verschiedenen Themenfeldern berücksichtigt werden können,
- der Umbruch im Bereich Bildung in der digital-medial geprägten und gestaltbaren Welt so radikal ist, dass eine auf die Medien fokussierende Beschreibung vom Kompetenzbereichen nicht mehr passend erscheint,
- Kompetenzen nicht derart gefördert werden sollten, dass sie in einseitige Medienkritik münden
- Gelingensbedingungen für Kompetenzfördermaßnahmen auch von der bereitgestellten Infrastruktur und Ausstattung abhängig sind (Irion u. a. 2023).

1.7 Zwischenfazit

Seit 2016 haben sich die bildungspolitischen, lehrplanbezogenen Vorgaben beginnend auf der Ebene der KMK als Empfehlungen, auf Landesebene als Medienkompetenzrahmen und schließlich als Lehrplan immer weiter konkretisiert und immer mehr Verbindlichkeit erhalten. Auch die Schulträger haben sich mit der Verwendung der Fördermittel *Digitalpakt Schule NRW* und den eigenen finanziellen Möglichkeiten eingebracht, um entsprechenden Rahmenbedingungen zu schaffen. Schulaufsicht und Schulverwaltung haben somit in den letzten 7 Jahren belegbar dem Prozess der verstetigenden Digitalisierung Rechnung getragen. Es ist seit nunmehr 2021 Aufgabe der Grundschulen, die *neuen Kompetenzen* in ihre schulinternen Curricula zum Fach Sachunterricht zu integrieren und Konzepte und Materialien zur Umsetzung zu entwickeln. Durch die Einführung des Pflichtfachs Informatik in Klasse 5/6 in Nordrhein-Westfalen findet in der Sekundarstufe I ebenfalls eine obligatorische Auseinandersetzung mit informatischen Inhalten statt (NRW 2019). Für beide skizzierten bildungspolitischen Entwicklungen können die Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik (GI 2008; GI 2019), für den Sachunterricht ebenso das Positionspapier der Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU 2021), als Referenzdokumente berücksichtigt werden.

Durch den geschilderten Sachverhalt ergeben sich zwei offene Schnittstellen zur Anschlussfähigkeit. Einerseits seitens der Arbeit der Grundschulen in Klasse 4 Richtung der weiterführenden Schulen, anderseits durch die Arbeit der Sekundarstufen in Klasse 5/6 durch den verbindlichen Fachunterricht Informatik. Eine Beschäftigung mit den Inhalts- und Prozessbereichen informatischer (Grund-)Bildung zum Ermöglichen von Anschlussfähigkeit im Übergang beider Schulstufen ist daher sinnvoll und notwendig.

Die Vielzahl an Vorgaben, Standards Orientierungsrahmen, Konzepten, Unterrichtsbeispielen und den damit verbundenen vielfältigen Akteuren von Schulaufsicht und -administration über Verbände und Stiftungen, hat eine breite Auswahl an möglichen Schwerpunktsetzungen zur digitalisierungsbezogenen Schulentwicklung ergeben. Diese wirken auf Schulen z. T. mehr überfordernd und erschlagend als erhellend. Der zuvor dargestellte Orientierungsrahmen RANG liefert für Grundschulen eine Möglichkeit zur Systematisierung der umfassenden schulprogrammatischen Arbeit in Bezug auf Digitalität und legt eine vernetzte Beschäftigung mit unterschiedlichsten Handlungsfeldern im Rahmen der *Bildung in der digital-medial geprägten und gestaltbaren Welt* vor. Er ermöglicht auf Grundlage der gesetzlichen Rahmenvorgaben des Lehrplans Sachunterricht und den entsprechenden dahinterliegenden, weiterführenden Empfehlungen und z. T. Forderungen der Verbände (GDSU, GI) und unter konstruktivem und strukturiertem Einbezug des Schulträgers eine individuelle, dem entsprechenden Schulstandort angemessene Vorgehensweise zur Integration einzelner Bausteine in die schulprogrammatische Arbeit auf der Ebene der Unterrichtsentwicklung. Ein solches Vorhaben unterstützt durch die Schulaufsicht möchten wir im Rahmen dieses Beitrags skizzieren.

2 Das Projekt zur informatischen Grundbildung im Übergang von Klasse 4/5 in Mönchengladbach (PINGU)

Das im Nachfolgenden skizzierte Pilotprojekt unterstützt sowohl die weiterführenden Schulen bei der Ausschärfung ihrer unterrichtlichen Konzepte in Hinblick auf Informatik in Klasse 5/6 und den damit betroffenen Übergang zur Grundschule als auch die Unterrichtsplanung und -umsetzung der vierten Klassen in der Grundschule in Bezug auf den Übergang zu Klasse 5 und den damit ggf. bereits etablierten Konzepten zur informatischen Grundbildung in den weiterführenden Schulen. Ebenso betrachtet das Projekt die Bedarfe der Lehrkräfte auf der fachlichen und fachdidaktischen sowie pädagogischen Ebene. Die Erkenntnisse sollen sowohl der schulfachlichen Aufsicht als auch der Lehrkräftefortbildung dienlich sein. Die Projektbeschreibung orientiert sich am Sprachdiktus und der Vorgehensweise des hybriden Projektmanagements als gemeinsame Projektsprache der oberen Schulaufsicht.

Die zuvor dargestellte Ausgangslage legt den Schluss nahe, dass eine Beschäftigung mit informatischen Inhalten im Sachunterricht der Primarstufe lediglich gelingen kann, wenn sie eingebettet in ein ganzheitliches Konzept entsprechend dem RANG-Orientierungsrahmen, den Schwerpunkte der GDSU und den Empfehlungen der GI folgend in einem multiprofessionellen Team be-

stehend aus Schulträger, Schulaufsicht, Schulleitungen, Fachlehrkräften und Lehrkräftefortbildung stattfindet.

Die Auseinandersetzung mit den Lerngegenständen muss in so einem Fall mit entsprechendem Ressourcenaufwand initiiert und umgesetzt werden. Allen Beteiligten wird hierbei ein höchstes Maß an professionellem Handlungswissen und Motivation abverlangt. Insbesondere für die teilnehmenden Schulen bedeutet dies, eine intensive Auseinandersetzung mit ihren schulischen Medienkonzepten und den entsprechenden Entwicklungsvorhaben, einer systematischen Verortung der geplanten Vorhaben in einem längerfristig angelegten Schulentwicklungsvorhaben, das idealerweise durch eine Triade aus Schulentwicklungsberatende, Medienberatende und Lehrkräftefortbildung begleitet und unterstützt wird. Diesen Anspruch hat dieses Projekt nicht. Der Fokus des Projekts liegt vielmehr auf einem explorativen Zugang zu einem Baustein: der informatischen Grundbildung. Die deutlichen Hinweise der GDSU und dem RANG-Orientierungsrahmen folgend, sollten jedoch keine monothematischen, monoperspektivischen Programmierkurse für Grundschulkinder dabei entstehen. Eine Einbettung in mehrperspektivisches Lernen des Sachunterrichts und die Verortung eines potenziell entstandenen Bausteins des Schulprogramm im Rahmen einer *Bildung in der digital-medial geprägten und gestaltbaren Welt* werden in dem Projekt ebenso thematisiert wie die Gestaltung der Übergänge zwischen Klasse 4 und 5, die insbesondere die Potenziale und Gefahren von fachpropädeutischem Unterricht im Fach Informatik mit sich bringen. Die bereitgestellten Unterrichtsbausteine dienen dabei als „Steinbruch“ für die methodisch-didaktische Auseinandersetzung der Grundschullehrkräfte mit den informatischen Inhalten. Eine Integration und Erweiterung in die schulinternen Abläufe wird dabei unterstützt, aber nicht forciert. Hinweise zu didaktischen Grundlagen des Sachunterrichts und aktuellen Entwicklungen der Medienbildung werden in den Netzwerktreffen über kurze Inputs eingeflochten und mit den Gruppen diskutiert.

Die im Projekt involvierten Lehrkräfte der Grundschulen gaben im Rahmen eines initialen Austauschformats zu Beginn des Projekts per Selbsteinschätzung an, dass bei ihnen aufgrund nicht vorhandener fachlicher informatischer Expertise in der 1. und 2. Phase der Lehrkräftebildung Unsicherheit in der Auswahl und Umsetzung von geeigneten Lerngegenständen und -szenarien zur informatischen Grundbildung in Klasse 3/4 vorliegen. Lehrkräfte der Sekundarstufe I wiederum bringen gleichzeitig fachliche Expertise und äußern den Bedarf nach mehr Transparenz über die Inhalte und Arbeitsweisen in der Primarstufe, um den Übergang ihrerseits sinnvoll mitgestalten zu können.

Ein Austausch über Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen der Lehrkräfte in den jeweils gegenseitigen Schulstufen und damit einhergehender Abgleich von Zuständen und Erwartungen ist hierbei elementar. Gemeinsames vonein-

ander und miteinander Lernen, Vernetzen, Expertise und Erfahrungen austauschen, Erwartungen thematisieren, aber auch das Planen und Durchführen, Hospitieren und Reflektieren von Unterricht nehmen bei dem vorgestellten Projekt einen hohen Stellenwert ein.

Die Nachhaltigkeit des Projekts adressiert mehrere Ziele: Die im Projekt beteiligten Lehrkräfte (und deren Schulen) sammeln neben Erfahrungen und neuen Sichtweisen auch Sicherheit im Einsatz von Unterrichtsmaterialien und können im Rahmen des Übergangs den Blick auf ihre Schüler:innen durch weitere Facetten ergänzen. Die Ergebnisse des Projekts werden standardisiert der Lehrkräftefortbildung zum Einsatz und zur Weiterentwicklung von Maßnahmen zur Verfügung stehen. Die schulfachliche Aufsicht erhält Einblicke und Möglichkeiten der engeren Zusammenarbeit mit ihren Schulen und identifiziert somit Beratungs- und Unterstützungsanlässe. Ein universitärer Standort unterstützt die Schulen ebenfalls durch Bereitstellung weiterer fachlicher Materialien zur informatischen Grundbildung und durch die Aufbereitung subjektive Eindrücke des Projektteams und der Teilnehmenden im Sinne einer Evaluation.

2.1 Risiken

Dem Sprachduktus des hybriden Projektmanagements folgend wurden zu Beginn der Projektplanung eine Risikenanalyse sowie eine Analyse von Akteuren und Betroffenen vorgenommen. In diesem Abschnitt wird lediglich auf die Risiken (Herausforderungen) und den Umgang mit selbigen näher eingegangen. Es handelt sich hierbei um die Darstellung der Vorgehensweise der Schuladministration.

- 1) Risiko: mangelnde Akzeptanz der informatischen Grundbildung im Primarbereich.

Lösung: Eine Information über die entsprechenden einschlägigen Bildungsdokumente „Medienkompetenzrahmen NRW“, Lehrpläne der Grundschulen und KLP Informatik 5/6 zu Beginn der Startveranstaltung bauen den notwendigen gemeinsamen Wissenstand.

- 2) Risiko: Ablehnung der Thematik der informatischen Grundbildung im Primarbereich aufgrund des subjektiven Gefühls von fachlicher Überforderung.

Lösungen: Eine Vorauswahl an möglichen, bereits aufbereiteten Unterrichtsszenarien erleichtert den Einstieg; Moderierende der Lehrkräftefortbildung und fachkundiger Lehrkräfte der Sekundarstufe I begleiten und bauen Vorbehalte ab.

- 3) Risiko: fachpropädeutische Erwartungshaltung seitens der Sek I Lehrkräfte gegenüber den Unterricht der Grundschule.

Lösung: in der Startveranstaltung wird explizit auf Ziele und Nicht-Ziele des Projekts hingewiesen; die positiven Aspekte der Tandemarbeit werden in den Vordergrund gestellt.

- 4) Risiko: zeitlich-organisatorischen Überforderung bei knapper Personaldecke bei den Unterrichtsvorhaben und Evaluationsvorhaben.

Lösung: vorstrukturierte Unterrichtsszenarien entlasten und geben Raum für methodisch-didaktische Anpassungen entsprechend alltäglichem Unterrichtshandeln; die Evaluation beschränkt sich auf O-Töne im Rahmen der Projekttreffen und eine abschließende Befragung der Lehrkräfte.

- 5) Risiko: Erwartungshaltung seitens der Schule zu durch die Teilnahme am Projekt begründeter Ausstattung mit informatischen Artefakten.

Lösung: Die Projekttandems erhalten bei der Auswahl von Unterrichtsszenarien die Möglichkeit, mit den benötigten informatischen Artefakten zu arbeiten, eine umfassende Ausstattung für die Projektschulen wird jedoch nicht durch das Projekt selbst realisiert.

- 6) Risiko: mangelnde Motivation für selbstgesetzte Vernetzungstreffen der Tandems.

Lösung: Begleitung durch Moderierende und Präsenz in den Projektabläufen durch die Projektleitung.

2.2 Vorauswahl an Unterrichtsszenarien

Zur Unterstützung der Lehrkräfte im Projekt wurden einzelne Unterrichtsszenarien in eine Vorauswahl gebracht. Hierbei wurden jeweils Szenarien für den Primarbereich und den Sekundarstufenbereich so ausgewählt, dass in den Tandems eine spiralcurriculare Auseinandersetzung möglich ist. Grundlage für die Verknüpfung waren die Inhaltsbereiche der Informatischen Bildung, wie sie u.a. im Kernlehrplan (KLP) Informatik 5/6 ausgewiesen sind (MSB NRW 2021b). Alle vorausgewählten Szenarien wurden in einem solchen Raster für die Projektschulen aufbereitet, in dem sie Thema, Kompetenzen, Umfang, grobe Handlungsschritte zur Unterrichtsdurchführung sowie Methodeneinsatz sowie vorgefertigte Materialien vorfinden. An die eigene Lerngruppe angepasste Umsetzungen sind dort ebenso willkommen. In einem kollaborativen Tool zur Projektarbeit wurden Freifelder für Umsetzungen von Leistungsbewertung und Kommentare zur Evaluation vorab angelegt, so dass sich die Schulen dort auch dokumentierend einbringen. Überblicksartig sollen an dieser Stelle *ein* solches Angebot skizziert werden.

Tab. 3: Beispielhafte Darstellung eines Angebots für Unterrichtsszenarien zur informatischen Grundbildung in Kl. 4 und 5 (eigene Darstellung)

Stufe	Primarstufe	Sekundarstufe
Titel	Bewegungssequenzen unplugged und anhand blockbasierter Programmierung	Zeichnen geometrischer Figuren mit einer textbasierten Programmiersprache
Kompetenzen	<i>Lehrplan Grundschule/Sachunterricht, Bereich Technik, digitale Technologie und Arbeit</i> am Ende Klasse 4: SuS „programmieren eine Sequenz“	<i>Kernlehrplan Informatik</i> SuS implementieren Algorithmen in einer visuellen Programmiersprache, SuS identifizieren in Handlungsvorschriften Anweisungen und die algorithmischen Grundstrukturen Sequenz, Verzweigung und Schleife
	Medienkompetenzrahmen NRW 6.2 Algorithmen erkennen 6.3 Modellieren und Programmieren	Medienkompetenzrahmen NRW 6.2 Algorithmen erkennen 6.3 Modellieren und Programmieren
Umfang	3-4 Schulstunden	ca. 2-3 Schulstunden je nach Leistungs niveau
Handlungen/Methoden	SuS spielen in einem Rollenspiel Roboter bzw. geben Befehle, um zu verstehen, dass Computer präzise Anweisungen benötigen. Nach einer Demonstration der XLogo-„Mini“-Umgebung bearbeiten die SuS selbstständig interaktive Aufgaben. Nach einer Demonstration des Blocks „Wiederhole“ können die SuS die Aufgaben ab Kapitel 9 bearbeiten.	SuS vertiefen Ihre Kenntnisse in der Algorithmik durch textbasierte Programmierung, indem sie Sequenzen zum Zeichnen geometrischer Figuren erstellen. Die Länge der Programme motiviert dann, durch die Verwendung von Wiederholungen/Schleifen diese kürzer, übersichtlicher und leistungsfähiger zu gestalten.

2.3 Projektmanagement

Im Rahmen des Projekts verwendet die Projektleitung konzeptionell eine Form des hybriden Projektmanagements. Hierbei werden klassische Planungsschritte der Projektplanung mit Sprintphasen kombiniert. Dieses einheitliche Projektmanagementkonzept bietet sich bei dem Vorhaben an, da die unterschiedlichen Akteure der unteren und oberen Schulaufsicht bereits eine gemeinsame Projektsprache sprechen. In den Sprintphasen finden jeweils die schwerpunktmaßigen Arbeiten der Tandemschulen statt.

2.4 Ziele und Nicht-Ziele

Im Rahmen der Projektplanung wurden Zielvorstellungen identifiziert und nach SMARTen Kriterien formuliert. Insbesondere die Abgrenzung und Definition von Nicht-Zielen schafft hierbei einen erhöhten Fokus:

„Bis zum Ende des Schuljahres 2024/25 (31.07.2025) sind min. 3 Unterrichtseinheiten zur informatischen Grundbildung im Übergang Klasse 4 (Primarstufe) und 5 (Sekundarstufe I) durchgeführt, evaluiert und dokumentiert.

Um das Ziel zu erreichen, werden Unterrichtseinheiten vorbereitet. Sie können übernommen oder variiert werden.“

Die *Nicht-Ziele* wurden formuliert, um die notwendigen Schritte, aber auch Erwartungen und Befürchtungen seitens der Projektteilnehmenden einzuschränken.

- Es finden keine verbindlichen Implementationen von konkreten Arbeitsplänen in die schulinternen Curricula beider Schulstufen statt.
- Es findet im Sachunterricht der Grundschule keine Fachpropädeutik zum Fach Informatik der Sekundarstufe I statt.
- Über die Auswahl bestimmter Unterrichtsszenarien findet keine priorisierte Ausstattungsinitiative gegenüber dem Schulträger für alle Projektschulen statt, wohl aber wird die Nutzung von notwendigen informatischen Artefakten im Rahmen des Projekts ermöglicht.
- Es finden keine umfangreichen Evaluationsmaßnahmen zu Lernprozessen auf Ebene der Schülerinnen und Schüler statt.

Zur Erreichung des gesetzten Ziels wurden weitere *Teilziele* benannt.

- In dem exemplarischen Schulamtsbezirk werden Tandems von abgebenden Grundschulen und aufnehmenden weiterführenden Schulen gebildet.
- Die Tandems werden durch Moderierende der Lehrkräftefortbildung Grundschule/Sachunterricht und Gymnasium/Informatik und durch Vertreter:innen der Schulaufsicht begleitet.
- Die jeweiligen Tandempartner:innen der Grundschulen treffen aus einem vorgeschlagenen Materialpool eine Auswahl und bereiten diese mit Unterstützung der Sekundarstufen-Lehrkräfte für den Unterricht in der Primarstufe auf.
- Es finden drei Erprobungsphasen für die Materialien im Unterricht in der Grundschule statt.
- Es finden Reflexionssitzungen und ggf. Überarbeitungsschleifen der Materialien statt.
- Die Grundschullehrkräfte gewinnen aus der Projektteilnahme Erkenntnisse und Erfahrungen für die Implementation von informatischer Grundbildung im Rahmen Ihrer Tätigkeit in den Fächern Mathematik und Sachunterricht.

- Die Lehrkräfte der weiterführenden Schulen erlangen bzgl. Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen im Unterricht der Primarstufe Erkenntnisse und Erfahrungen für den Übergang Klasse 4/5.
- Die Lehrkräfte der weiterführenden Schulen kennen die eingesetzten Unterrichtsszenarien in Klasse 4 der abgebenden Schulen und können diese bei der Planung des Informatikunterrichts in Klasse 5/6 berücksichtigen.
- Die Lehrkräfte beider Schulformen erlangen Bewusstsein und Verständnis für die Vorgehensweisen der gegenseitigen Schulstufen und können im Rahmen ihrer Vernetzung stärker auf einen passgenauen Übergang hinarbeiten.
- Die Moderierenden der Lehrkräftefortbildung nutzen die Erkenntnisse ihrer Begleitung der Tandems und leiten daraus standardisierte Fortbildungsinhalte ab, die weiteren Moderierenden zur Verfügung gestellt werden. Die Inhalte werden in Form eines Lernmanagementkurses gesichert.

2.5 Projektablauf und Meilensteine

In einem ersten Schritt hat die Projektleitung ihren Auftrag geklärt und ein Projektleitungsteam im Sinne eines Kernteams und eines erweiterten Teams zusammengestellt. Gemeinsam wurde das Projektdesign mit Zielen, Meilensteinen und Zeitplan entwickelt. In einem weiteren Schritt wurden Akteure der Lehrkräftefortbildung und ein universärer Standort mit dem Schwerpunkt Primarstufendidaktik zur Vorauswahl von geeigneten Materialien eingebunden. Parallel wurden interessierte Schulen gewonnen. In einer Startveranstaltung wurden die ausführenden Lehrkräfte der interessierten Schulen über den Ablauf des Projekts, Ziele, Erwartungen an die Teilnehmenden und ihre Aufgaben detaillierter informiert und diese in Teilen diskutiert. Eine Tandembildung hatte vorab stattgefunden, da die interessierten Grundschulen immer im Einzugsgebiet der weiterführenden Schulen liegen. Die skizzierte Projektvision wurde somit ins Commitment der Teilnehmenden gebracht. Die Tandems haben sich im Rahmen der Startveranstaltung kennengelernt, erste Ideen ausgetauscht und z.T. Materialien für die weitere Arbeit gesichtet und ausgewählt. Eine Vernetzung wurde somit systematisch angestoßen.

Zum Zeitpunkt der Abgabe dieses Beitrags befindet sich das Projekt in einer Phase, in der die Tandems weiter ihre Unterrichtsszenarien für die Primarstufe konkretisieren, um sie mit dem Start des neuen Schuljahres zu erproben. Eine Betreuung durch die Moderierenden und die schulfachliche Aufsicht ist hierbei vorgesehen. Im nächsten Schritt der Erprobung sind Hospitationen denkbar, seitens des Projektleitungsteams wurden diese Elemente jedoch nicht als verbindlich formuliert, da die allgemeine Belastung der Schulen derzeit durch

Personalmangel sehr hoch ist. Nach der Erprobung kommen die Tandems wieder zusammen und reflektieren die umgesetzten Materialien, ggf. finden Anpassungen oder Überarbeitungen statt.

In einem weiteren großen Treffen finden erneut alle Projektschulen mit dem erweiterten Projektleitungsteam, den Moderierenden und der universitären Begleitung zusammen, um sich über Erfahrungen, Chancen und Hindernisse auszutauschen und die weiteren Projektschritte vorzubereiten.

Dieser Zyklus wiederholt sich ein weiteres Mal, bis zum Abschluss des Projekts haben die Schulen somit zwei Schuljahre durchlaufen.

3 Ausblick

Durch den engen Austausch und die gemeinsame Beschäftigung von Schulaufsicht, verschiedenen Schulstufen im Übergang und Moderierenden wird ein vielseitiger Erkenntnisgewinn erwartet. Die Projektschulen können Handlungssicherheit für die informatische Grundbildung in ihrem Unterricht unter Einbezug einer systemischen Perspektive über den reinen „Informatikunterricht im Gewand des Sachunterrichts“ hinaus gewinnen. Insbesondere die Sekundarstufen Lehrkräfte lernen ihre zukünftigen Schüler:innen bereits vorab bei etwaigen Hospitationen kennen oder wissen bereits im Detail, welche Inhalte in Klasse 4 thematisiert wurden. Die Schulaufsichten können differenzierte Erkenntnisse über Beratungsanlässe und Unterstützungsbedarfe seitens der Schulen gewinnen. Die Lehrkräftefortbildung kann Module aus dem verwendeten Material heraus entwickeln und standardisieren. Somit können mindestens auf den letztgenannten beiden Ebenen Multiplikatoren-Effekte für eine verbreiterte Verwendung in anderen Bezirken entstehen.

Der Netzwerkgedanke rückt in der alltäglichen Arbeit von Lehrkräften immer stärker in den Fokus. Aufgrund der Fülle von Vorgaben und Ansprüchen an das Lehren und Lernen tun Lehrkräfte gut daran, Ressourcen zu bündeln, Synergien herzustellen und sich gegenseitig zu vernetzen, auszutauschen und zu unterstützen – nicht nur innerhalb des eigenen Kollegiums, sondern auch schulübergreifend. Schulaufsicht und Lehrkräftefortbildung kommt hierbei eine besondere Rolle als mögliche Netzwerkinitiatoren zu.

Das Projekt ermöglicht hierbei ebenso das Sammeln von Erfahrungen.

Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Beitrags hat bereits die erste Durchführungsphase stattgefunden. Die Lehrkräfte haben berichtet, dass sie den Austausch mit den Kolleg:innen der anderen Schulformen als bereichernd empfunden haben, da sowohl mehr Sicherheit und Fachexpertise in der Grundschule aufgebaut wurde und auch die Einblicke in die Arbeit der Grundschulen für die Lehrkräfte der weiterführenden Schulen erkenntnisreich waren.

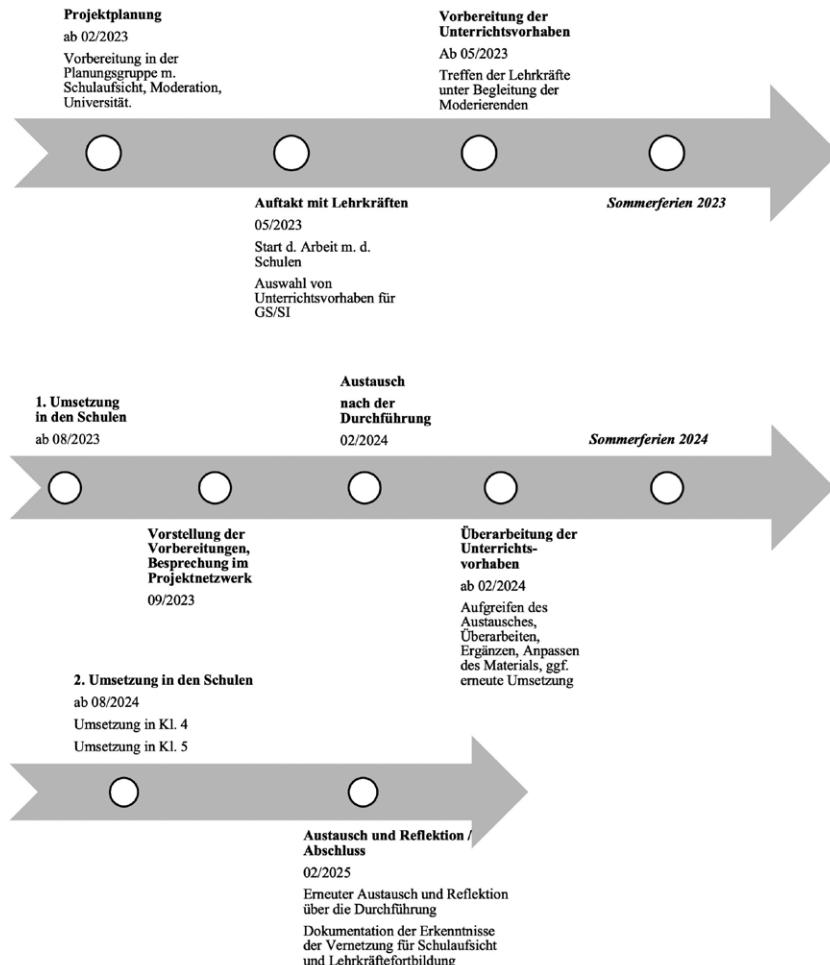


Abb. 2: Projektlaufzeit (eigene Darstellung)

Neben den aufbereiteten Unterrichtsmaterialien haben die Lehrkräfte der Sekundarstufe I zusätzliche Materialien aus ihrem eigenen Fundus eingebracht und auf weitere online Material-Angebote und Plattformen hingewiesen. Die gemeinsame Materialbearbeitung hat ebenso Auswirkungen auf die unterrichtliche Umsetzung der Sekundarstufen I-Lehrkräfte, da diese auch methodisch-didaktische Vorgehensweisen der Grundschulen übernommen haben.

Literatur

- Bezirksregierung Düsseldorf (2019): DigitalPakt Schule 2019–2024. Online unter: <https://url.nrw/lit-BRDP2019> (Abrufdatum 08.12.2023).
- Bezirksregierung Münster (2019): Handreichung zur Entwicklung eines schulischen Medienkonzeptes Grundlagen, Standards, Arbeitshilfen. Online unter: <https://url.nrw/lit-BRMS2019> (Abrufdatum: 08.12.2023).
- GDSU (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts) (2021): Sachunterricht und Digitalisierung. Positionspapier erarbeitet von der AG Medien & Digitalisierung der GDSU. Online unter: https://gdsu.de/sites/default/files/PDF/GDSU_2021_Positionspapier_Sachunterricht_und_Digitalisierung_deutsch_de.pdf (Abrufdatum: 07.02.2024).
- GI (Gesellschaft für Informatik e.V.) (2008): Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule – Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I. Online unter: <https://url.nrw/GI08> (Abrufdatum: 29.06.2023).
- GI (2019): Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich. Online unter: <https://url.nrw/GI19> (Abrufdatum: 29.06.2023).
- GI (2021): Position zur Bildung aller Lehrkräfte in Bezug auf Informatik. Online unter: <https://url.nrw/lit-GI2021> (Abrufdatum: 08.12.2023).
- GI (2023): Fachdidaktische Gespräche in Königstein (Sächsische Schweiz). Online unter: <https://url.nrw/lit-GIKoeAK2023> (Abrufdatum: 08.12.2023).
- Irion, T., Peschel, M. & Schmeinck, D. (2023): Grundlegende Bildung in der Digitalität. In: T. Irion, M. Peschel & D. Schmeinck (Hrsg.): Grundschule und Digitalität. Grundlagen, Herausforderungen, Praxisbeispiele. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, 18–42. Online unter: <https://url.nrw/Irion23> (Abrufdatum: 05.03.2024).
- KMK (Kultusministerkonferenz) (Hrsg.) (2017): Bildung in der digitalen Welt. Strategie der Kultusministerkonferenz. Online unter: <https://url.nrw/lit-kmk2017> (Abrufdatum: 08.12.2023).
- Landesregierung Nordrhein-Westfalen (2019): Presseinformation – 972/11/2019. Online unter: <https://url.nrw/NRW19FFiF> (Abrufdatum: 29.06.2023).
- Medienberatung NRW (Hrsg.) (2017): Medienkompetenzrahmen NRW. Online unter: <https://url.nrw/Me19MKR> (Abrufdatum 29.06.2023).
- Ministerium für Inneres des Landes NRW (2023): Schulgesetz für das Land Nordrhein-Westfalen (Schulgesetz NRW – SchulG) vom 15.02.2005. Online unter: <https://url.nrw/lit-SchulG79> (Abrufdatum: 08.12.2023).
- MSB NRW (Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen) (Hrsg.) (2018): Medienkompetenzrahmen NRW [26.06.2018]. Online unter: <https://url.nrw/lit-MSB2018> (Abrufdatum: 01.12.2025).
- MSB NRW (Hrsg.) (2021a): Lehrpläne für die Primarstufe in Nordrhein-Westfalen. Online unter: <https://url.nrw/MSB21LPSU> (Abrufdatum: 29.06.2023).
- MSB NRW (Hrsg.) (2021b): Kernlehrplan für die Sekundarstufe I – Klasse 5 und 6 in Nordrhein-Westfalen Informatik. Online unter: <https://url.nrw/MSB21KLPIF> (Abrufdatum: 29.06.2023).
- MSB NRW (Hrsg.) (2021c): Weiterer Meilenstein im Digitalisierungsprozess: die Digitalstrategie Schule NRW. Online unter: <https://url.nrw/lit-MSB2021c> (Abrufdatum: 08.12.2023).
- MSB NRW (Hrsg.) (2023): Aktuelle Zahlen zur Unterrichtsversorgung: Ministerin Feller: Wir arbeiten Tag für Tag daran, mehr Personal für unsere Schulen zu gewinnen. Online unter: <https://url.nrw/lit-MSB2023> (Abrufdatum: 01.12.2025).

Autoren

Fricke, Martin
Bezirksregierung Düsseldorf
Am Bonneshof 35-37, 40474 Düsseldorf
Martin.Fricke@brd.nrw.de
Arbeits- und Forschungsschwerpunkte:
Bildung in der digitalen Welt,
Schulentwicklungsprozesse im Kontext der Digitalität,
Informatische Bildung in der Primarstufe

Killich, Klaus
Bezirksregierung Düsseldorf
Am Bonneshof 35-37, 40474 Düsseldorf
Klaus.Killich@brd.nrw.de
Arbeits- und Forschungsschwerpunkte:
Informatische Bildung in der Primarstufe
im Übergang an die weiterführenden Schulen,
Entwicklung von Fortbildungen zur informatischen
Grundbildung für Lehrerinnen und Lehrer der Primarstufe

Interaktive und spielerische Einführung in algorithmische Denkweisen

Abstract

Eine effektive Einführung in die Programmierung erfordert einen wissenschaftlich fundierten, altersgerechten und zielgerichteten Unterricht, der das Interesse der Schüler:innen weckt. Wir schlagen daher eine Unterrichtseinheit vor, die sich auf eine schrittweise Einführung in das algorithmische Denken sowie auf eine aufeinander aufbauende Sequenz von Lernstufen stützt. Das Hauptziel dieser Lehrsequenz ist eine umfassende Einführung in die Grundlagen und Anwendungen der Blockprogrammierung. Hierbei werden zunächst Methoden ohne Nutzung von elektronischen Geräten (*unplugged*) und danach Methoden mittels elektronischer Geräte verwendet. Jede Lernphase dieser Einheit hat das Ziel, eine solide Basis für einen reibungslosen Übergang von der unplugged Arbeit zur Online-Blockprogrammierung zu schaffen. Die Lernmaterialien sind konsequent auf das Ziel ausgerichtet und zeichnen sich durch eine kohärente Struktur aus und die Komplexität der Aufgaben steigt schrittweise an. Dieser Ansatz ermöglicht die Anwendung fundamentaler Konzepte wie Sequenzen und Schleifen. Gleichzeitig bietet er Potenzial für die Einführung weiterführender Konzepte wie Bedingungen, Funktionen und Variablen. Die Lehrsequenz ist in vier Stufen gegliedert: Basteln, Bewegungsspiele, Brettspiele und Roboterprogrammierung. In der Anfangsphase erstellen die Schüler:innen eine programmierbare Umgebung, die der realen Umgebung ähnelt. Durch physische Aktivitäten entdecken sie diese Umgebung auf spielerische Art und Weise. Dabei wird das Verständnis für Programmierung spielerisch vertieft. Anschließend integrieren die Lernenden Programmierblöcke in Brettspiele, wobei sie die Bewegungen von Spielfiguren planen und ausführen. Die letzte Lektion konzentriert sich auf die Programmierung von Robotern und bietet somit eine solide Grundlage, um zukünftigen Aufgaben im Bereich der Blockprogrammierung kompetent zu begegnen.

1 Einleitung

Die Integration von Informatik in den Lehrplan für Grundschüler:innen ist von entscheidender Bedeutung, da sie nicht nur grundlegende Kenntnisse in der digitalen Welt vermittelt, sondern auch ihre kognitiven Fähigkeiten, Problemlösungsfähigkeiten und kreativen Denkprozesse fördert (Wing 2006; Resnick 2017). Für eine optimale Unterrichtsgestaltung im Grundschulalter

ist es essenziell, den angemessenen Abstraktionsgrad und geeignete Unterrichtsmethoden für diese Zielgruppe zu identifizieren und die Lerneinheiten entsprechend den Bedürfnissen junger Lernender anzupassen.

Der Informatikunterricht hat seit seiner Entstehung eine kontinuierliche Entwicklung und Anpassung an den technologischen Fortschritt sowie an die Bedürfnisse der Schüler:innen erfahren (Schubert 2011). Beispielweise wurde die Informatik ursprünglich vorwiegend im universitären Kontext unter Verwendung textbasierter Sprachen gelehrt. Um jedoch den Unterricht zielgruppengerecht gestalten zu können, insbesondere in der Sekundarstufe 1, mussten Konzepte und Inhalte angepasst werden. Hierbei wurden unter anderem die Blockprogrammierung (Scratch 2023) sowie *unplugged* Methoden (Bell & Vahrenhold 2018) integriert. Da Informatik zunehmend ein integraler Bestandteil der Grundschulausbildung wird, ist es erforderlich, die vorhandenen Lernmethoden an die jüngeren Schüler:innen anzupassen. Im Hinblick auf diese Veränderungen ist anzumerken, dass die grundlegenden informatischen Lerninhalte seit vielen Jahren nahezu unverändert geblieben sind, obwohl die Lehrmethoden einer stetigen Veränderung unterworfen sind. Aus diesem Grund wird in diesem Beitrag eine Unterrichtseinheit präsentiert, die speziell auf diese jüngere Zielgruppe abzielt und konstante Informatikkonzepte fokussiert.

Programmierung ist ein zentraler Bestandteil der Informatikausbildung. Der Prozess des Programmierens schult vielfältige Kompetenzen, wie das Verständnis von digitalen Prozessen. Außerdem werden durch die Programmierung auch Denkprozesse gefördert, indem komplexe Probleme in kleinere, besser handhabbare Teile zerlegt und schrittweise gelöst werden. Dieser Ansatz lässt sich unter dem Begriff *Computational Thinking* (CT) zusammenfassen (Wing 2006). In der Fachliteratur wird eine positive Korrelation zwischen Programmieren und Problemlösungsfähigkeiten beschrieben (Brackmann u.a. 2017; Moreno-Leon u.a. 2015; Gomes 2017). Folglich lässt sich ableiten, dass die Fertigkeiten zur Lösung von Problemen, die beim Programmieren erworben werden, nicht nur in diesem spezifischen Bereich von Nutzen sind, sondern auch bei der Bewältigung von Herausforderungen in anderen Lebensbereichen, insbesondere wenn Probleme in überschaubare Schritte unterteilt und schrittweise angegangen werden, hilfreich sind.

Außerdem kann das Programmieren die Teamarbeit und Zusammenarbeit fördern, da Projekte in diesem Bereich oft eine gemeinschaftliche Zusammenarbeit erfordern (Resnick 2017). Das kann dazu beitragen, dass Lernende soziale Fähigkeiten wie effektive Kommunikation, Zusammenarbeit und Konfliktlösung entwickeln. Des Weiteren eröffnet die Programmierung den Schüler:innen die Möglichkeit, ihre kreative Seite zu entfalten, indem sie Technologie als Ausdrucksmittel nutzen und ihre Ideen mithilfe von Programmierung zum Leben erwecken (Resnick 2017).

Der Zugang zur Programmierung für Grundschüler:innen ist vielschichtig. Einige Tools ermöglichen einen haptischen Einstieg, indem beispielsweise Roboter durch die Verwendung von Knöpfen oder Puzzleteilen programmiert werden können (B-Bot 2023; Kubo 2023). Hier werden algorithmische Denkweisen trainiert, die allerdings keinen Transfer zur Blockprogrammierung im Onlinemodus beinhalten. Im Gegensatz dazu bieten Online-Plattformen wie *Scratch* (*Scratch* 2023) eine Programmierumgebung, in der die Blockprogrammierung im Zentrum steht. Diese Plattformen bieten nicht nur eine Fülle von weiterführenden Lerninhalten, sondern auch Animationen, Farben und Töne (*Scratch* 2023; *Code.org* 2023; *Open Roberta* 2023; *Alice* 2023). Diese Vielfalt könnte möglicherweise Einsteiger und unerfahrene Lehrkräfte von dem Lernziel, nämlich der Entwicklung des algorithmischen Denkens, ablenken.

Die präsentierte Unterrichtseinheit geht auf diese Aspekte ein, indem sie haptische Spiele mit einem Transfer zur Blockprogrammierung kombiniert und gleichzeitig eine reduzierte Programmierumgebung anbietet. Verschiedene Lehrmethoden werden dabei integriert und ein Schwerpunkt auf algorithmische Grundkonzepte gelegt. Im Vergleich zu ähnlichen *unplugged* Materialien, die oft auf spezifische Anwendungsfälle oder Spiele ausgerichtet sind, zeichnen sich die vorliegenden Materialien durch ihre konzeptionelle Ausrichtung auf flexible Anwendungen aus und bieten dadurch vielseitigere Einsatzmöglichkeiten. Dies erlaubt eine effektive Anpassung an das Alter, Vorwissen und die Präferenzen der Zielgruppe. In der Literatur wird beschrieben, dass *unplugged* Methoden eine besondere Effektivität zeigen, wenn sie mit digitalen Methoden kombiniert werden, da sie den Lernenden ermöglichen, die Verbindung zwischen *unplugged* und *plugged* Einheiten herzustellen (Bell & Vahrenhold 2018). Dementsprechend endet diese Einheit mit einer digitalen Anwendung. Im Folgenden werden relevante Studien zusammengefasst und Forschungsfragen formuliert. Anschließend wird die Intervention detailliert beschrieben und eine abschließende Betrachtung der Thematik vorgenommen.

2 Relevante Studien

Die hier vorgestellte Unterrichtseinheit baut auf etablierten Konzepten auf, integriert und erweitert diese, um eine kohärente und zielgerichtete Unterrichtssequenz zur Förderung des *Computational Thinking* zu gestalten. Im Unterrichtsdesign wird besondere Sorgfalt darauf verwendet, nicht nur die Materialien an das Alter der Schüler:innen anzupassen, sondern auch ihre individuellen Interessen zu berücksichtigen. Daher werden im Folgenden verschiedene Interessenprofile vorgestellt, die sowohl im Kontext von Gender als auch über Geschlechtsaspekte hinausgehen. Der inhaltliche Schwerpunkt liegt auf Schleifen, da sie ein fundamentales Konzept in der Informatik dar-

stellen. Obwohl sie oft in den ersten Unterrichtsstunden behandelt werden, können sie in verschiedenen Altersgruppen zu Verständnisschwierigkeiten führen. Jeder dieser Aspekte (*Computational Thinking*, Programmierung, Berücksichtigung von Interessen, Fokussierung auf Schleifen) wird im Folgenden kurz erläutert und mit einschlägiger Literatur verknüpft.

Das Erlernen der Programmierung bringt zahlreiche Vorteile mit sich. Einerseits trägt es zur Teilhabe an einer sich immer stärker digitalisierenden Welt bei und fördert das Verständnis für die technologischen Aspekte, die unsere Umgebung prägen. Zusätzlich ist es mit der Entwicklung von Kompetenzen im Bereich des *Computational Thinking* (CT) verknüpft (Wing 2006; Kanaki & Kalogiannakis 2023; Cernochová u.a. 2020). *Computational Thinking* bezeichnet die Fähigkeit, komplexe Probleme mit Hilfe von Prinzipien und Methoden der Informatik durch Analyse, Strukturierung und Lösung zu bewältigen. Dies umfasst die Fähigkeiten zur Dekomposition, Mustererkennung, Abstraktion und algorithmischem Denken. Das Ziel besteht darin, eine allgemeine Denkweise zu entwickeln, um Probleme unabhängig von einer bestimmten Programmiersprache oder einem konkreten Algorithmus zu analysieren und Lösungen zu entwerfen. Daher können diese Fähigkeiten auch bei der Untersuchung komplexer Probleme in anderen Lebensbereichen von Nutzen sein (Wing 2006). Verschiedene Initiativen setzen sich für die Entwicklung und Erforschung von Unterrichtsmethoden in der Grundschule ein, wie beispielsweise (Bildungsportal NRW 2023; Barradas u.a. 2021; Cernochová u.a. 2020). In diesem Kontext findet der erste Kontakt mit Informatik physisch statt und ist in der Regel computerfrei. Diese Unterrichtsform wird auch als *unplugged* bezeichnet und ist besonders geprägt durch die Arbeit der CS *Unplugged* Initiative (CS Unplugged 2023). *Unplugged* Programmierung bezieht sich auf eine Methode, bei der grundlegende Konzepte des Programmierens vermittelt werden, ohne dass dabei ein Computer oder digitale Technologie zum Einsatz kommt. Stattdessen werden Aktivitäten und Spiele genutzt, um abstrakte Konzepte und Denkweisen der Programmierung auf physische und interaktive Weise zu veranschaulichen. Dabei zeigt sich, dass Teilnehmer:innen beim Erleben von *unplugged*-Konzepten komplexere Programme erstellen (Bell & Vahrenhold 2018; Munasinghe u.a. 2023). Daher konzentriert sich die Lerneinheit insbesondere auf *unplugged*-Einheiten. Durch die Einführung der Blockprogrammierung wurde der Zugang zur Programmierung erleichtert. Diese vereinfacht das textbasierte Programmieren durch die Organisation von Blöcken per *Drag-and-Drop*. Somit werden Syntaxprobleme minimiert. Ein bekanntes Beispiel dieser Art der Programmierung ist die Plattform *Scratch* (*Scratch* 2023). Seit 2007 wird sie weitreichend in schulischer und außerschulischer Bildung eingesetzt. Verschiedene Forschungsprojekte beschäftigen sich mit der Programmierung in *Scratch*. Dazu gehören die verschiedenen Herangehensweisen von Mädchen

und Jungen (Simon & Geldreich 2017), die Qualität des Codes (Scratch 2023) und mögliche Missverständnisse, die während des Programmierens auftreten können (Vanicek u.a. 2022). Zusätzlich ist der Einsatz der Blockprogrammierung in der Bildung weitreichend und es gibt viele Projekte und Anwendungen, die diese Technik nutzen. Dazu gehören beispielsweise die Erstellung von Geschichten, das Programmieren von 3D-Welten sowie von Robotern (Steamon.eu 2022; Sphero Edu 2021; Alice 2023; Open Roberta 2023).

Die Bedeutung von Präferenzen und Interessen für die Lernmotivation und den Lernerfolg wird in verschiedenen Kontexten betont (Bentz & Standl 2022; Michaelis & Weintrop 2022). Insbesondere das Interesse an einem Thema wird als entscheidender Faktor für den langfristigen Lernerfolg und die Motivation angesehen (Michaelis & Weintrop 2022). Das Ziel der präsentierten Unterrichtseinheit besteht darin, ein breites Spektrum von Lernenden für das Fach Informatik zu begeistern. Dies soll durch die Berücksichtigung von geschlechterspezifischen Präferenzen, die in der Literatur beschrieben werden, sowie anderen Präferenzen, die über das Geschlecht hinausgehen, im Kontext des faktischen und sozialen Lernens integriert werden. In der Literatur wird diskutiert, ob es Unterschiede in Bezug auf spezifische Interessen und Lernpräferenzen zwischen Mädchen und Jungen im Bereich der Informatik gibt (Buhnova & Happe 2020; Grabarczyk u.a. 2022; Marquardt u.a. 2023; Happe & Marquardt 2023; Bentz & Standl, 2023a). In diesen Studien wird berichtet, dass Mädchen häufiger soziale und interaktive Lernmethoden bevorzugen, indem sie beispielsweise Geschichten programmieren, während Jungen eine stärkere Präferenz für die Entwicklung von Spielen oder die Arbeit mit Objekten zeigen. Unabhängig vom Geschlecht zeigen sich diese Präferenzen auch im Hinblick auf die Vorlieben für Geschichten und soziale Interaktion. Diese Präferenzen werden als dramaturgische Präferenz (Dramatisten) sowie als Vorliebe für die Funktionsweise von Objekten und räumliche Anordnungen bezeichnet, die objektbezogene Präferenz (Patterner). Es wird betont, dass sie einen signifikanten Einfluss auf die Lernmotivation und die Herangehensweisen haben (Bentz & Standl 2022; Grabarczyk u.a. 2022; Gulz 2002; Resnick 2017; Bentz & Standl 2023a).

Um eine breite Gruppe von Lernenden für die Informatik zu motivieren, wird vorgeschlagen, in Lerneinheiten die Präferenzen bezüglich des Geschlechts sowie der Lernstile zu berücksichtigen (Gulz 2003; Rusk u.a. 2008; Grabarczyk u.a. 2022). Dies kann durch die Integration von Aufgaben erreicht werden, die sowohl einen sozialen als auch einen interaktiven Charakter haben und dabei einen klar strukturierten und objektbezogenen Ansatz verfolgen (Bentz & Standl 2022).

Die grundlegenden informatischen Konzepte wie Sequenzen, Schleifen, Bedingungen und Funktionen sind in der Informatikausbildung stabil und neh-

men einen wesentlichen Teil des Lehrmaterials ein. Besonders wichtig ist das Verständnis von Schleifen, da sie nicht nur eine unerlässliche Komponente des Programmierens darstellen, sondern auch in den frühen Unterrichtseinheiten behandelt werden. Jedoch zeigen Untersuchungen, dass Schüler:innen in verschiedenen Altersstufen – von der Sekundarstufe bis zur Universität Schwierigkeiten haben können, das Konzept der Schleifen zu verstehen oder anzuwenden (Mladenovic u.a. 2016; Grover & Basu 2017; Vanicek u.a. 2022; Bentz & Standl 2023b). Die vorliegende Lerneinheit strebt die vollständige, schrittweise und vielseitige Vermittlung von Schleifen in der Blockprogrammierung an, um eine solide Grundlage für fortgeschrittene Programmierkenntnisse zu schaffen.

3 Forschungsfragen

Vor dem Hintergrund der obigen Ausführungen ergeben sich die folgenden übergeordneten Forschungsfragen zum Thema Effektivität von Interventionen zur Blockprogrammierung:

- Forschungsfrage 1: Steigert die Intervention das Verständnis von Sequenzen und Schleifen in der Blockprogrammierung?
- Forschungsfrage 2: Steigert die Intervention das Interesse an der Blockprogrammierung in Schüler:innen oder Lehrkräften?

4 Intervention:

Vierstufige Einführung in die Blockprogrammierung

Bei der Ausgestaltung der individuellen Lernschritte wurde besonderes Augenmerk auf das Lernziel, die Orientierung an den Bedürfnissen der Zielgruppe sowie eine leicht verständliche Handhabung der Materialien gelegt.

Lernzielorientierung: Das Lernziel der Lerneinheit besteht darin, den Schüler:innen das Verständnis und die kreative Anwendung von Sequenzen und Schleifen mithilfe von Blockprogrammierung zu vermitteln. Jede Lernstufe in dieser Lerneinheit zielt darauf ab, das Ziel zu erreichen, indem sie eine vereinfachte Darstellung der Blockprogrammierung nutzt. Auf diese Weise erlernen die Schüler:innen schrittweise und kontinuierlich eine konsistente Repräsentation der Programmierung.

Zielgruppenorientierung: In den Lernstufen werden die Lernenden mittels einer vielseitigen Methodik auf verschiedenen Ebenen angesprochen. Zudem legt das Unterrichtsdesign einen besonderen Fokus auf Individualisierbarkeit, Einbeziehung von Präferenztypen und Geschlechtsneutralität.

Fokus auf User Experience: Zudem wurde die *unplugged* Lerneinheit so konzipiert, dass sie auch von Lehrkräften mit begrenzter Programmiererfahrung problemlos umgesetzt werden kann. Zum einen bedarf es keiner computer-technischen Unterstützung durch die Lehrkraft, zum anderen sind die Materialien handlich und vielseitig einsetzbar.

Die Intervention integriert verschiedene didaktische Methoden, darunter Bastelarbeiten, Bewegungsspiele, Brettspiele und Roboterprogrammierung, um die Lernenden schrittweise mit der Blockprogrammierung vertraut zu machen, wie in Abbildung 1 zusammengefasst und in Tabelle 1 detailliert. Im Rahmen der Bastelarbeit und der Bewegungsspiele erhalten die Lernenden Möglichkeiten, sich mit der Programmierumgebung vertraut zu machen und ihre anfänglichen Programmierkenntnisse in bewegungsorientierten Spielen zu erproben. Auf dieser Basis werden die erstellten Programmierbausteine auf Brettspiele übertragen, um den Schülern und Schülerinnen die Planung und Umsetzung der Bewegungen von Spielfiguren strategisch zu vermitteln. Im letzten Schritt werden die Fertigkeiten vertieft, indem optisch ähnliche Programmierblöcke in Kombination mit realen Robotersystemen eingesetzt werden. Die Besonderheit dieser Methodik liegt in ihrer kohärenten Struktur, die schrittweise die Integration neuer Funktionalitäten ermöglicht. Im Folgenden werden die spezifischen Lernstufen detailliert erläutert.

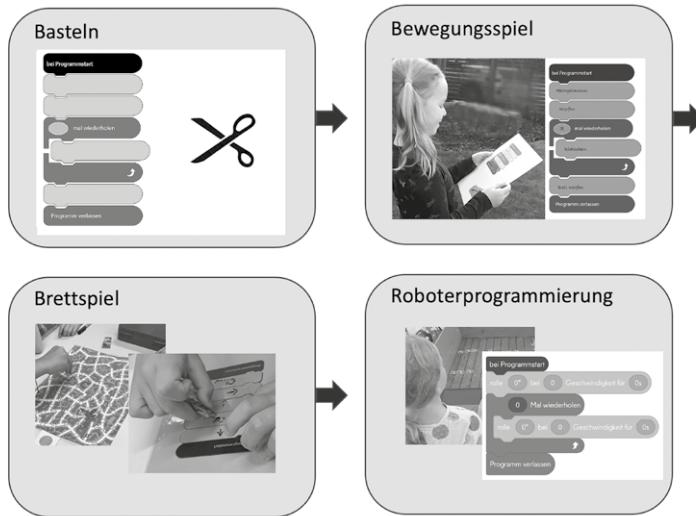


Abb. 1: Übersicht über die einzelnen Lernstufen: Basteln, Bewegungsspiel, Brettspiel, Programmierung (eigene Darstellung)

Tab. 1: Lernziele, zeitlicher Ablauf und weiterführende Links (eigene Darstellung)

Lernstufe	Lernziel	Dauer (Min.)	Weiterführende Links
Einführung und Basteln	Kenntnisse und Vorstellungen sowie mögliche Zukunftsperspektiven bezüglich Roboter artikulieren. Kennenlernen von Sequenzen und Schleifen	45	Einführung: Der Roboter Check (Checker Welt, 2023): Online unter: https://youtu.be/DANJgT73XVU?si=xE8TZ33eY-y-w40n (Abrufdatum: 03.04.2024). Kopiervorlage: Online unter: https://cloud.ph-karlsruhe.de/index.php/s/RLgMn5fMikg3zWT (Abrufdatum: 03.04.2024).
Bewegungs-spiele	Die Schüler sollen in der Lage sein, einfache Sequenzen zu erstellen und grundlegende Schleifen-konzepte zu verstehen und anzuwenden.	45	Erweiterte Einsatzmöglichkeit: Online unter: https://cloud.ph-karlsruhe.de/index.php/s/nqbswJCPqaWJQiX (Abrufdatum: 03.04.2024)
Brettspiele	Vertiefung des Lernzieles aus „Bewegungsspiel“	45	Zusammenfassendes Video: Online unter: https://youtu.be/JyyRLY6zMmM (Abrufdatum: 03.04.2024)
Roboter-programmierung	Die Schüler sollen in der Lage sein, einfache Sequenzen und Schleifen mithilfe spielerischer Roboterübungen zu verstehen und anzuwenden.	90	Beispielaufgaben: Online unter: https://cloud.ph-karlsruhe.de/index.php/s/nCtx8R2DSfBw2A2 (Abrufdatum: 03.04.2024).

4.1 Einführung und Bastelarbeit

Zu Beginn der Unterrichtseinheit werden die Schülerinnen und Schüler in die Welt der Robotik eingeführt. Zunächst wird gemeinsam in der Gruppe diskutiert, welche Roboter den Lernenden bereits bekannt sind oder wo sie sich Unterstützung durch Roboter vorstellen können. Im Anschluss wird eine haptische Programmierumgebung erstellt. Ein Auszug ist in Abbildung 2 dargestellt, in Tabelle 1 befindet sich ein Link zur Kopiervorlage. Die visuelle Programmierumgebung orientiert sich an der später verwendeten Program-

mierumgebung und umfasst Blöcke für Programmstart und -ende, Sequenzen, Schleifen und Bedingungen. Die Blöcke enthalten teilweise vorgegebene Texte und können teilweise beschriftet werden.

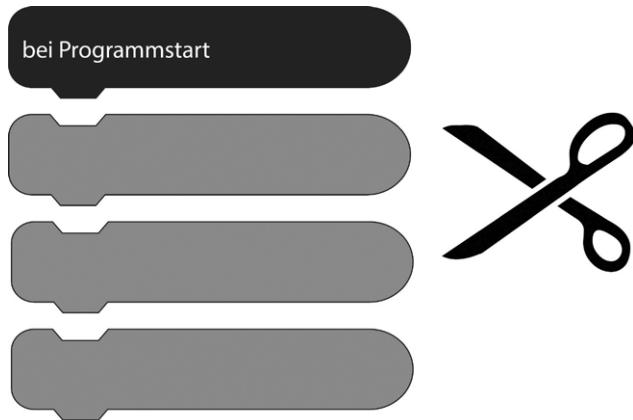


Abb. 2: Bastelarbeit: die Programmierumgebung wird von den Lernenden erstellt (eigene Darstellung)



Abb. 3: Die Programmierblöcke werden beschriftet und angeordnet (eigene Darstellung)

4.2 Bewegungsspiele

Im nächsten Schritt wird zur aktiven Förderung der Programmierfähigkeiten die eigens entwickelte Programmierumgebung für Bewegungsspiele eingesetzt. Die Schülerinnen und Schüler gestalten in kooperativer Zusammenarbeit Bewegungsabläufe. Vorab wird eine Einführung in die Konzeption eines Programms gegeben, das mit einem Start- und Endblock beginnt und endet. Im Rahmen dieser Aufgabe nutzen die Schülerinnen und Schüler Programmierblöcke, um Aktionen wie „hüpfen“ oder „klatschen“ zu definieren (siehe Abb. 4). Dabei wird ihnen erläutert, dass jede Aktion nur einmalig ausgeführt wird. Anschließend erfolgt die Einführung des Schleifenblocks, der verwendet wird, um eine Aktion mehrfach ausführen zu lassen. Die Schüler:innen haben in Gruppen die Möglichkeit, eigenständig Programme zu konzipieren. Zur Erhöhung des Unterhaltungsfaktors ist es erlaubt, eine Vielzahl von Bewegungen einzubeziehen, wie beispielsweise Hampelmann, Liegestütze oder Tanzschritte. Nach einer festgelegten Programmierzeit präsentieren die Teams ihre choreografierten Bewegungen vor dem Lehrenden oder der Klasse. Ein Teammitglied liest das erstellte Programm vor, während ein anderes Teammitglied die entsprechende Bewegung ausführt. In einer darauffolgenden, progressiven Lehrsequenz wäre es möglich, schrittweise Bedingungen und Funktionen in ähnlicher Weise zu integrieren.

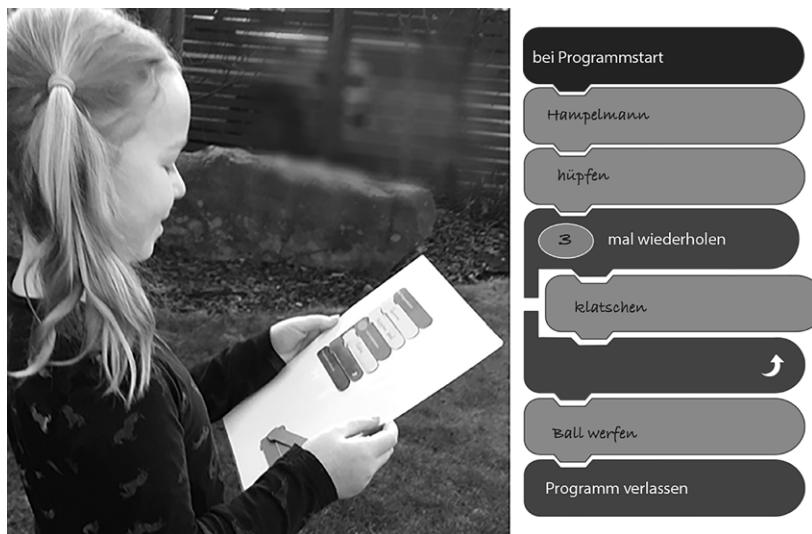


Abb. 4: Bewegungen werden geplant, programmiert und ausgeführt (eigene Darstellung)

Abbildung 5 zeigt beispielhaft Anordnungen der Programmierbausteine mit zunehmender Komplexität. Ein Beispiel für Bewegungsspiele und die Vermittlung von komplexen Konstrukten ist in Tabelle 1 verlinkt.

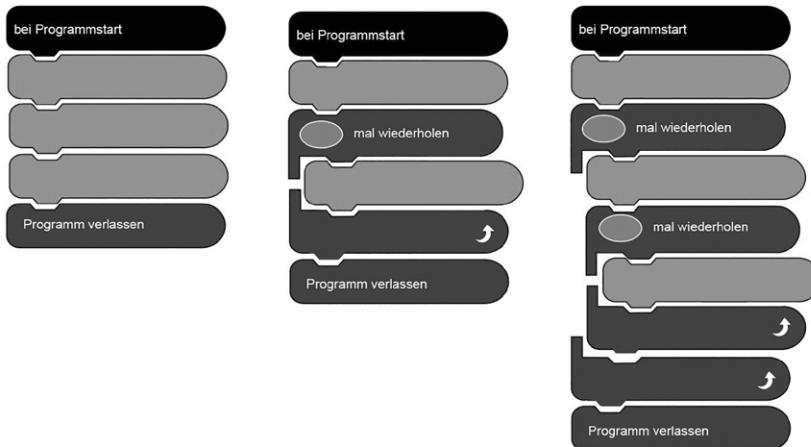


Abb. 5: Programmierung von Sequenzen, einfache und geschachtelte Schleife (eigene Darstellung)

4.3 Brettspiele

Um das Verständnis von Programmierkonstrukten weiter zu vertiefen, wird im nächsten Schritt ein Brettspiel durchgeführt. Ein solches Brettspiel und die benötigten Programmierblöcke sind in Abbildung 6 beispielhaft dargestellt. Als Rahmengeschichte dient eine einfache Schatzsuche, welche im Folgenden ausführlich erläutert wird, um einen Einblick in die Spielidee zu geben.

Zusammenfassung:

Auf dem Spielfeld werden Schätze in Form von kleinen Steinen oder Figuren platziert. Das Ziel des Spiels ist es, möglichst viele Schätze zu sammeln. Gespielt wird in mehreren Runden, in denen die Bewegungen der Spielfiguren im Voraus geplant und in der Programmierumgebung festgelegt werden. Die Anzahl der Programmierblöcke, die in jeder Runde verwendet werden dürfen, wird entweder von der Lehrkraft vorgegeben oder durch Würfeln bestimmt.

Vorbereitung:

1. Brett und Figuren auswählen, Würfel bereitlegen.
2. Schätze verteilen.

3. Programmierblöcke verteilen (jede:r bekommt Programm, Start/Ende und eine Schleife).
4. Alle Sequenzen in die Mitte legen.



Abb. 6: Brettspiel Wadenbeisser (Moses Verlag 2023) (eigene Darstellung)

Ablauf:

1. Würfeln, um die Anzahl der Sequenzen in der aktuellen Runde zu bestimmen.
2. Anzahl der Sequenzen aus der Mitte nehmen.
3. Alle Teams programmieren ihren Bewegungsablauf (vgl. Abb. 3).
4. Wenn alle Bewegungsabläufe fertig sind, werden die Figuren nacheinander auf dem Spielfeld bewegt.
5. Wenn eine Figur auf dem Weg auf das Feld mit einem Schatz kommt, dürfen die Spieler den Schatz nehmen.
6. Das Spiel endet, wenn alle Schätze vom Spielfeld genommen wurden.

Es können weitere Spielideen gemäß den Präferenzen der Teilnehmenden in Betracht gezogen werden. Eine Möglichkeit wäre, Spielende ähnlich wie bei *Mensch-Ärgere-Dich-Nicht* aus dem Spiel zu entfernen oder kooperativ gegen die Zeit oder einen imaginären Gegner spielen zu lassen. Dabei ist zu betonen, dass zahlreiche Spiele geeignet sind, um Programmierkonzepte zu vermitteln, bei denen die Spielaktion im Voraus geplant und anschließend ausgeführt

wird. Die Auswahl altersgerechter Spiele, welche den Vorlieben der Teilnehmenden entsprechen, kann eine motivierende Wirkung haben. Bei der Auswahl eines Spiels empfiehlt es sich in der Regel, vorhandene Spiele daraufhin zu prüfen, ob sie für die Integration von Programmieraspekten geeignet sind. Besonders vorteilhaft ist die Gestaltung eines Spielfelds, das es ermöglicht, dass die Spielfiguren in bestimmte Richtungen (nach vorne, hinten, rechts, links) bewegt werden können. Beispiele hierfür sind Spiele wie *Wadenbeiser* (Moses Verlag 2023) oder *Robo-Ralley* (Garfield 2023).

4.4 Roboter Programmierung

Für die Einführung in die Roboterprogrammierung werden Schüler:innen zunächst im Klassenverbund mit der Entwicklungsplattform des jeweiligen Roboters sowie der zugehörigen Blockprogrammierung vertraut gemacht. Dieser Prozess erfolgt durch eine praxisorientierte Präsentation, wobei die Betonung auf der Analogie zur selbst erstellten Umgebung liegt, und gleichzeitig relevante Unterschiede erläutert werden. In den vorliegenden Beispielen wurde der Roboter *Sphero* verwendet, wie von *Sphero Edu* (2021) bestätigt. Eine Gegenüberstellung der analogen und digitalen Programmierumgebungen ist in Abbildung 7 zu finden. Im Anschluss daran haben die Schüler:innen die Möglichkeit, sich in Gruppenarbeit mit dem Robotersystem vertraut zu machen. Im Lernraum wurden verschiedene Aufgaben vorbereitet, um die Schüler:innen in die Lage zu versetzen, ihre erworbenen Fähigkeiten in der Praxis anzuwenden. Die Roboter können beispielsweise so programmiert werden, dass sie vorgegebene Wege befahren, wie in Abbildung 8 gezeigt. In Tabelle 1 ist eine detaillierte Übersicht über beispielhafte Aufgaben verlinkt.



Abb. 7: Unplugged Programmierung im Vergleich zur Programmierumgebung von Sphero Edu (eigene Darstellung)



Abb. 8: Beispiel für die Umsetzung einer Programmieraufgabe (eigene Darstellung)

5 Zusammenfassung und Fazit

Zur effektiven Einführung in die Programmierung schlagen wir eine altersgerechte Unterrichtseinheit vor. Diese beinhaltet eine aufbauende Sequenz von Lernstufen, mit dem übergeordneten Ziel, Grundschüler:innen systematisch in die Blockprogrammierung einzuführen. Die methodische Struktur umfasst die Stufen Basteln, Bewegungsspiele, Brettspiele und Roboterprogrammierung. Die Schüler:innen erstellen zunächst eine visuell der realen Programmierumgebung ähnelnde Umgebung, erleben sie durch physische Aktivitäten spielerisch und integrieren dann selbst erstellte Programmierblöcke in Brettspiele. Die abschließende Stufe konzentriert sich auf die eigenständige Programmierung von Robotern. Dieser praxisnahe Ansatz fordert das vertiefte Verständnis für die Roboterprogrammierung und ermöglicht den Schüler:innen eine aktive Auseinandersetzung mit den technologischen Herausforderungen.

Die Blockprogrammierung bildet einen essenziellen Bestandteil zahlreicher hervorragend ausgearbeiteten Programme und Projekte (bspw. Scratch 2023; Alice 2023; code.org 2023; Open Roberta 2023; DelighteX GmbH 2023). Jedoch ist das Verständnis der Blockprogrammierung von entscheidender Bedeutung, um Zugang zu diesen Ressourcen zu erhalten. Im Spannungsfeld der rasanten digitalen Entwicklung, des meist geringen Zeitbudgets der Lehrkräfte, die häufig keine umfassende Informatikausbildung genossen haben, kann jedoch die Integration von Blockprogrammierungssoftware herausfordernd sein. Lehrkräfte müssen sich möglicherweise zunächst mit neuen Softwarelösungen vertraut machen, während die Grundschüler:innen durch die Funktionsweise von Endgeräten und Programmen abgelenkt werden könnten.

ten. Vor diesem Hintergrund empfehlen wir die vorgestellte Methodik. Diese konzentriert sich simultan auf grundlegende Lernziele (z.B. Blockprogrammierung mit Sequenzen, Schleifen, Bedingungen), lässt sich an die Zielgruppe anpassen und kann im *unplugged* Teil ohne digitale Kompetenzen angewandt werden. Falls Ressourcen fehlen, um den digitalen Aspekt umzusetzen, erlangen die Lernenden dennoch einen substanzialen Nutzen durch eine fundierte Einführung in die Blockprogrammierung. Somit stellt diese Einführung eine solide Basis dar, um künftigen Aufgaben im Bereich der *plugged* Blockprogrammierung kompetent zu begegnen.

6 Erfahrungen und Ausblick

Die Materialien wurden an mehreren Grundschulen getestet. Die gewonnenen Erfahrungen zeigen, dass der Ablauf für die Einführung in die Programmierung in der Grundschule geeignet ist. Die Lehrkräfte äußerten positive Bewertungen zu den Materialien und bestätigten, dass sie die *unplugged* Teile auch ohne tiefgehende Informatikkenntnisse eigenständig durchführen können. Nach einer kurzen Einführung waren die Schüler:innen in der Lage, eigenständig Bewegungsabläufe zu programmieren, indem sie Sequenzblöcke beschrifteten und in eine definierte Reihenfolge brachten. Die anschließende Einheit des Bewegungsspiels motivierte die Lernenden dazu, das Brettspiel zu spielen, da sie erneut auf die gleichen Programmiermaterialien zurückgreifen konnten und somit keine weitere Erklärung erforderlich war. Der Übergang zur digitalen Programmierumgebung hat den Schülerinnen und Schülern keinerlei Schwierigkeiten bereitet. Sie haben schnell gelernt, wie sie die Roboter programmieren können. Aufgrund dieser positiven Erfahrung ergeben sich vielfältige Forschungsfragen. Ein besonderes Interesse besteht darin, die Auswirkungen der Materialien auf die Kompetenzen und Motivation von Lehrkräften und Lernenden zu untersuchen. Eine konkrete Fragestellung ist etwa, inwiefern die Intervention das Verständnis von Schleifen verbessert hat. Nach einer Einführung in die Blockprogrammierung können Produkte wie *Scratch* (2023) oder *Alice* (2023) auch für fächerübergreifenden Unterricht genutzt werden. Die Kinder können zum Beispiel Geschichten entwickeln und dafür Figuren gestalten (Kunst), Dialoge schreiben (Deutsch), Figuren über Landkarten bewegen (Sachunterricht), Parcours entwerfen und programmieren (Sport) oder geometrische Figuren programmieren (Mathematik). Dabei wird die Programmierung als Instrument zur Förderung kreativer und problemlösungsorientierter Fähigkeiten eingesetzt.

Literatur

- Alice (2023): Alice. Online unter: <https://www.alice.org/> (Abrufdatum: 05.01.2023).
- B-Bot (2023): B-Bot. Online unter: <https://www.b-bot.de> (Abrufdatum: 05.01.2023).
- Barradas, R., Lencastre, J., Soares, S. & Valente, A. (2021): The Code.org Platform in the Developing of Computational Thinking with Elementary School Students. In: B. Csapó & J. Uhomoibhi (Hrsg.): CSEDU'20: Computer Supportet Education. 13th International Conference. Wiesbaden: Springer, 118–145.
- Bell, T. & Vahrenhold, J. (2018): CS unplugged – how is it used, and does it work? In: Adventures between lower bounds and higher altitudes. In: H.-J. Böckenbauer, D. Komm & W. Unger (Hrsg.): Adventures Between Lower Bounds and Higher Altitudes. Wiesbaden: Springer, 497–521.
- Bentz, A. & Standl, B. (2022): Identification of pupils' preferences of pattersners and dramatists in secondary school computer science education'. In: Discover Education, 1(11).
- Bentz, A. & Standl, B. (2023a): Beyond Gender Differences: Can Scratch Programs Indicate Students' Preferences? In: S. Sentence & M. Grillenberger (Hrsg.): WiPSCE'23: 18. Workshop on Primary and Secondary Computing Education; 27. bis 29. September 2023 Cambridge (England). New York: ACM, Article 8, 1–10. <https://doi.org/10.1145/3605468.3609771>
- Bentz, A. & Standl, B. (2023b): Novice Programmers Conceptions of Loops in K-12 Education in Consideration of Interest and Ability. In: S. Sentence & M. Grillenberger (Hrsg.): WiPSCE'23: 18. Workshop on Primary and Secondary Computing Education; 27. bis 29. September 2023 Cambridge (England). New York: ACM, Article 9, 1–9. <https://doi.org/10.1145/3605468.3605506>
- Bildungsportal NRW (2023): Informatik an Grundschulen. Online unter: <https://www.schulministerium.nrw/informatik-grundschulen> (Abrufdatum: 05.01.2023).
- Brackmann, C.P., Moreno-Leon, J., Roman-Gonzalez, M., Casali, A., Robles, G. & Barone, D. (2017): Development of computational thinking skills through unplugged activities in primary school. In: J. Tenenberg, D. Chinn, J. Sheard & L. Malmi (Hrsg.): ICER'17: 13. International Computing Education Research Workshop; 18. bis 20. August 2017 Tacoma (USA). New York: ACM, 65–72.
- Buhnova, B. & Happe, L. (2020): Girl-friendly computer science classroom: Czechitas experience report. In: A. Jansen, I. Malavolta, H. Muccini, I. Ozkaya & O. Zimmermann (Hrsg.): ESCA '20: the proceedings of 14th european conference on software architecture, gender and diversity in SA track, 14–18.
- Cernochová, M., Selcuk, H. & Svoboda, M. (2020): The Role of Algorithmic Thinking Development in the Learning of Elementary School Pupils aged 10–13. London: Routledge.
- Checker Welt (o.J.): Der Roboter Check. Online unter: <https://youtu.be/DANJgT73XVU?si=xE8T-Z33eY-y-w40n> (Abrufdatum: 05.01.2024).
- code.org (2023): Code.org. Online unter: <https://code.org/> (Abrufdatum: 05.01.2023).
- Computer Science Education Research Group der University of Canterbury, Neuseeland (2023): Cs unplugged. Online unter: <https://www.csunplugged.org/de/> (Abrufdatum: 05.01.2023).
- DelighteX GmbH (2023): ,Cospaces edu'. Online unter: <https://www.cospaces.io/> (Abrufdatum: 05.01.2023).
- Denning, P.J. & Tedre, M. (2022): Computational thinking: A disciplinary perspective. In: Informatics in Education, 20(3), 361–390.
- Dr. Scratch (2023): Dr. scratch. Online unter: <http://www.drscratch.org/> (Abrufdatum: 05.01.2023).
- Gomes, A. & Mendes, A.J. (2007): Learning to program – difficulties and solutions. Academic Conference Paper. In: ICCE'07: International Conference on Engineering and Education; 3. bis 7. September 2007 Coimbra (Portugal). New York: ACM, 3–7.
- Grabarczyk, P., Freiesleben, A., Bastrup, A. & Brabrand, C. (2022): Computing Educational Programmes with more Women are more about People less about Things. In: Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education, ITiCSE, 1, 172–178.

- Grover, S. & Basu, S. (2017): Measuring student learning in introductory block-based programming: Examining misconceptions of loops, variables, and Boolean logic. In: R. Davoli & M. Goldweber (Hrsg.): ITiCSE '17: Proceedings of the Conference on Integrating Technology into Computer Science Education, 267–272.
- Gulz, A. (2002): Spatially Oriented and Person Oriented Thinking – Implications for User Interface Design. In: A. Tatnall (Hrsg.): Education and Information Technologies. Wiesbaden: Springer, 67–80.
- Gulz, A. (2003): Thinking styles and socially enriched learning material: Differential effects on motivation and memory performance. In: Lund University Cognitive Studies, 102.
- Happe, L. & Marquardt, K. (2023): Rockstartit: Authentic and inclusive interdisciplinary software engineering courses. In: J. Grundy (Hrsg.): ICSE '23: Proceedings of the ACM/IEEE 45th International Conference on Software Engineering: Workshops Proceedings, New York.
- Kanaki, K. & Kalogiannakis, M. (2023): Algorithmic thinking in early childhood. In: L. Gómez Chovez, A. López & I. Candel Torres (Hrsg.): EDULEARN '21: 13. International Conference on Education and New Learning Technologies; 5.bis 6. Juli 2021. IATED: Valentia, 66–71.
- Kubo (2023): Kubo. Online unter: <https://kubo.education/> (Abrufdatum: 05.01.2023).
- Marquardt, K., Wagner, I. & Happe, L. (2023), Engaging girls in computer science: Do single-gender interdisciplinary classes help? In: J. Grundy (Hrsg.): ICSE '23: 45. International Conference on Software Engineering; 14.bis 20. Mai 2023 Melbourne. New York: ACM, 128–140
- Michaelis, J. & Weintrop, D. (2022): Interest development theory in computing education: A framework and toolkit for researchers and designers. In: ACM Transactions on Computing Education, 22, 1–27.
- Mladenovic, M., Krpan, D. & Mladenovic, S. (2016): Introducing programming to elementary students novices by using game development in python and scratch. In: L. Gómez Chovez, A. López & I. Candel Torres (Hrsg.): EDULEARN '16: 8. International Conference on Education and New Learning Technologies; 4.bis 6. Juli 2016 Barcelona. IATED: Valentia, 1622–1629.
- Moreno-Leon, J., Robles, G. & Roman-Gonzalez, M. (2015): Dr. Scratch: automatic analysis of scratch projects to assess and foster computational thinking. In: RED, Revista de Educacion a Distancia, 15(46), 1–23. Online unter: https://www.um.es/ead/red/46/moreno_robles.pdf (Abrufdatum: 05.01.2023).
- Moreno-Leon, J., Robles, G. & Roman-Gonzalez, M. (2020): Towards Data-Driven Learning Paths to Develop Computational Thinking with Scratch. In: IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing, 8(1), 193–205.
- Moses Verlag (2023): Jagd nach der titelstory. Online unter: <https://www.moses-verlag.de/> (Abrufdatum: 05.01.2023).
- Munasinghe, B., Bell, T. & Robins, A. (2023): Unplugged activities as a catalyst when teaching introductory programming. In: Journal of Pedagogical Research, 7(2), 56–71. <https://doi.org/10.33902/JPR.202318546>
- Open Roberta (2023): Open Roberta. Online unter: <https://www.open-roberta.org/> (Abrufdatum: 05.01.2023).
- Resnick, M. (2017): Lifelong kindergarten: Cultivating creativity through projects, passion, peers, and play. Cambridge: MIT press.
- Richard Garfield (2023): Robo rally. Online unter: https://de.wikipedia.org/wiki/Robo_Rally (Abrufdatum: 05.01.2023).
- Rusk, N., Resnick, M., Berg, R. & Pezalla-Granlund, M. (2008): New pathways into robotics: Strategies for broadening participation. In: Journal of Science Education and Technology, 17(1), 59–69.
- Schubert, S. Schwill A. (2011): Didaktik der Informatik. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Scratch (2023): Scratch. Online unter: www.scratch.com (Abrufdatum: 05.01.2023).
- Simon, A. & Geldreich, K. (2017): Gender differences in scratch programs of primary school children. In: E. Barendsen & P. Hubwieser (Hrsg.): WiPSCE '17: 12. Workshop on Primary and Secondary Computing Education; 8. bis 10. November 2017 Nimijegen. New York: ACM, 57–64.

- Sphero Edu (2021): Sphero edu. Online unter: <https://edu.sphero.com/> (Abrufdatum: 05.01.2023).
- Standl, B. (2017): Solving Everyday Challenges in a Computational Way of Thinking. In: V. Daigiene & A. Hellas (Hrsg.): *Informatics in Schools: Focus on Learning Programming*. Basel: Springer International Publishing, 180–191.
- steamon.eu (2022): Stem on. Online unter: <http://www.steamon.eu> (Abrufdatum: 05.01.2023).
- Troiano, G. M., Snodgrass, S., Argimak, E., Robles, G., Smith, G., Cassidy, M., Tucker-Raymond, E., Puttick, G. & Harteveld, C. (2019): Is My game ok Dr. scratch?: Exploring programming and computational thinking development via metrics in student-designed serious games for STEM. In: J. A. Fails (Hrsg.): *IDC'19: 18. ACM International Conference on Interaction Design and Children*; 12. bis 15. Juni 2019 Boise (USA). New York: ACM, 208–219.
- Tsarava, K., Moeller, K. & Ninaus, M. (2018): Training Computational Thinking through board games: The case of Crabs Turtles Keywords. In: *International Journal of Serious Games*, 5(2), 25–44.
- Vanicek, J., Dobias, V. & Simandl, V. (2022): Understanding loops: What are the misconceptions of lower-secondary pupils? In: *Informatics in Education*, 22(3), 525–544.
- Wing, J. (2006): Computational thinking. In: *Communications of the ACM*, 49, 33–35.

Autorin

Bentz, Anette, Dr.

Pädagogische Hochschule Karlsruhe
Institut für Informatik und digitale Bildung
Bismarckstraße 10, 76133 Karlsruhe
Anette.Bentz@ph-karlsruhe.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte:

Entwicklung und Erforschung innovativer Ansätze
zur Vermittlung von Computational Thinking,
Verküpfung von Informatikausbildung
mit Entrepreneurship Education,
Gestaltung und Evaluation von Lernumgebungen,
die unternehmerisches Denken und Handeln
mit praxisnahen Grundlagen der Informatik verbinden

Diese Arbeit wird unterstützt von der Vector Stiftung.

Mehrperspektivische Unterstützung von Grundschulkindern beim Erwerb informatischer Kompetenzen am Beispiel der Programmierung von Stickmustern

Abstract

Informatische Bildung wird vermehrt bereits im Primarbereich umgesetzt und ist curricular häufig im Sachunterricht verankert. Durch diese relativ aktuelle Entwicklung fühlen sich jedoch viele Lehrkräfte mit der Unterstützung der Schüler:innen überfordert, u.a. aufgrund von mangelnder Vorerfahrung und Zeit während des Unterrichts. Eine Möglichkeit, dem entgegenzuwirken, ist die Arbeit mit empirisch überprüften Materialien für Lehrkräfte zur Unterstützung der Schüler:innen. Um (1) typische Schwierigkeiten der Schüler:innen und (2) passende Hilfestellungen zu identifizieren wird in diesem Beitrag der Aufbau und die Umsetzung eines 90-minütigen Workshops mit zwei Klassen der vierten Jahrgangsstufe vorgestellt und unter Einbezug theoretischer Hintergründe und verwandter Studien diskutiert. Am Beispiel der Programmierung von Stickmustern zeigt der Workshop Ideen auf, wie der Inhaltsbereich *Algorithmen* der Empfehlungen der GI gewinnbringend mit Ideen des „Perspektivrahmens Sachunterricht“ verknüpft werden kann. Im Workshop wird (1) ausgehend von den Vorerfahrungen der Kinder das manuelle Sticken als künstlerische, aber zeitaufwändige Tätigkeit thematisiert, (2) das Programmieren von Stickmustern als mögliche Alternative handlungsorientiert und problemlösend umgesetzt und (3) die programmierbare Stickmaschine als System zur Arbeits erleichterung diskutiert. Aus den durch die qualitative Auswertung identifizierten Schwierigkeiten beim Programmieren und den Präferenzen der Kinder hinsichtlich der Art der Hilfestellung wurden kognitiv aktivierende Hinweise entwickelt, die für einen Transfer in die Schule im Rahmen der Lehrkräftebildung erläutert, erprobt und reflektiert werden können.

1 Einführung

Informatische Bildung wird vermehrt bereits im Primarbereich umgesetzt und ist curricular häufig im Sachunterricht verankert (Heintz u.a. 2016; Nenner & Bergner 2022). Auch aufgrund dieser relativ aktuellen Entwicklung fühlen sich jedoch viele Lehrkräfte mit der Unterstützung der Lernenden überfordert.

Eine Möglichkeit, dem entgegenzuwirken, ist die Arbeit mit empirisch überprüften Materialien für Lehrkräfte zur Unterstützung der Lernenden. In diesem Beitrag werden daher zwei aufeinander aufbauende erste Studien vorgestellt, die Feedback aus der Perspektive der Lernenden und der Lehrenden evaluieren. Dafür wird als Beispiel die Programmierung von Stickmustern herangezogen, denn um „zugrunde liegende Funktionszusammenhänge [sowie den] produktive[n] Charakter der Technik“ (GDSU 2013, 63) deutlich zu machen, bieten sich Ansätze an, die zu einem haptischen Output führen (z. B. Wolz u.a. 2019a; Spieler, Krnjic u.a. 2020).

Im Rahmen der Studie I wurde ein Kurs mit zwei vierten Klassen durchgeführt. Der Kurs zeigt Ideen auf, wie der Inhaltsbereich *Algorithmen* der Empfehlungen der GI zu „Kompetenzen für informative Bildung im Primarbereich“ (Best u.a. 2019) gewinnbringend und mehrperspektivisch mit Ideen des „Perspektivrahmens Sachunterricht“ verknüpft werden kann. Innerhalb des Kurses wurden Hinweise (im Gegensatz zu direkten Vorgaben) als von Kindern präferierter Feedbacktyp identifiziert sowie typische Schwierigkeiten der Kinder herausgefunden. So konnten kognitiv aktivierende Hinweiskärtchen zur Programmierung von Stickmustern entwickelt werden.

Um einen Transfer in die Schule zu initiieren, wurden die resultierenden Hinweiskärtchen in Studie II von einzelnen (angehenden) Lehrkräften verwendet und reflektiert. Diese Evaluation zeigt, dass die Hinweiskärtchen prinzipiell als unterstützend für das Geben von Feedback und für Lernprozesse wahrgenommen werden. Der Beitrag diskutiert abschließend Empfehlungen und Ideen zum Einsatz der Hinweiskärtchen.

2 Verwandte Arbeiten

2.1 Feedback

Korrigierendes Feedback ist besonders wichtig, um kognitive Lernziele zu erreichen (Wisniewski u.a. 2020), weswegen fortgeschrittene Lernende es vermehrt suchen (Fishbach u.a. 2010). Es kann jedoch auch gerade bei beginnenden Lernprozessen innerhalb eines neuen Themenbereichs die wahrgenommene Autonomie und das Kompetenzerleben reduzieren, was wiederum die intrinsische Motivation negativ beeinflussen kann (Ryan & Deci 2000; Wisniewski u.a. 2020). Dabei scheint es eine Rolle zu spielen, um welchen Typ korrigierenden Feedbacks es sich handelt. Narciss (2013) unterscheidet einfaches (z. B. Noten oder prozentuale Angaben) und elaboriertes Feedback (z. B. Fehlerursachen oder Problemlösestrategien). Elaboriertes Feedback ist zu bevorzugen, da einfaches Feedback extrinsisch motiviert und gleichzeitig das individuelle Interesse reduziert (Montessori 1959; Wisniewski u.a. 2020).

2.2 Programmierfeedback

Insbesondere – wenn auch nicht ausschließlich – bei ersten Programmiererfahrungen in der Grundschule sollte darauf geachtet werden, affektive Aspekte wie Interesse und Motivation zu fördern (Geldreich u.a. 2018; Greifenstein u.a. 2021). Dies kann beispielsweise durch positives Feedback wie zu sogenannten *Code Perfumes* (Muster, die als guter Code gelten, Obermüller u.a. 2021) oder durch problemlöseorientierte Hinweise (Greifenstein u.a. 2022) erreicht werden. Damit Hilfestellungen auch mit einem Lerneffekt einhergehen, sollten sie beispielsweise mit einer Aufforderung zur Wiedergabe in eigenen Worten verbunden sein (Marwan u.a. 2019) oder zeitlich versetzt gegeben werden, sodass sich Lernende nicht dauerhaft darauf verlassen (Chevalier u.a. 2022).

2.3 Herausforderung des Gebens von Feedback

Lehrkräfte sehen es jedoch häufig als Herausforderung, die Lernenden beim Programmieren zu unterstützen, zum Beispiel wegen des hohen Betreuungsschlüssels und damit einhergehenden zeitlichen Problemen und der Vielfalt an benötigten Hilfen bei offenen Programmieraufgaben (Yadav u.a. 2016; Sentance & Csizmadia 2017; Michaeli & Romeike 2019a). Im Grundschulbereich wird dies verstärkt durch vergleichsweise häufig auftretende lernhinderliche Vorstellungen (Dengel & Heuer 2017; Döbeli Honegger & Hielscher 2017), teilweise geringes Interesse (Brämer u.a. 2020) und tendenziell geringe Programmierkenntnisse (Sentance & Csizmadia 2017; Brämer u.a. 2020; Greifenstein u.a. 2021). Strategien, die Informatik- bzw. Grundschullehrkräfte erfolgreich dabei unterstützen, sind beispielsweise ein systematischer *Debugging*-Prozess (Michaeli & Romeike 2019b) oder die Unterstützung durch automatisierte Codeanalyse-Werkzeuge (Greifenstein u.a. 2021). Um Grundschullehrkräfte beim Geben von Feedback zu Programmierschwierigkeiten zu unterstützen, sollten mehrere Sichtweisen betrachtet werden, was in diesem Beitrag anhand des Beispiels der Programmierung von Stickmustern geschieht: Zuerst werden typische Schwierigkeiten aus Sicht der Lernenden gesammelt. Dann werden diese in Form von Hinweiskärtchen aufbereitet und aus Sicht der Lehrenden ausprobiert und evaluiert, um den Transfer in die Schulen anzustoßen.

3 Verortung der Programmierung von Stickmustern

Neben der Verortung in verbindlichen Lehrplänen können informatische Inhalte auch in Dokumenten wie dem Perspektivrahmen (GDSU 2013) oder den Empfehlungen der GI (Best u.a. 2019), die u.a. einen konzeptionellen Orientierungsrahmen zur Entwicklung von Lehrplänen liefern, verortet werden.

3.1 Verbindung der technischen Perspektive des Sachunterrichts mit informatischer Bildung

Das Programmieren von Stickmustern verbindet informatische Bildung und den Sachunterricht auf vielfältige Weise, indem es (1) die Stickmaschine und (2) Algorithmen miteinander verknüpft, die beide Anknüpfungspunkte zur informatischen Bildung und zum Sachunterricht aufweisen. Die Stickmaschine kann aufgrund ihrer Vernetzung von Hard- und Software als Informatiksystem betrachtet werden, welches einen der fünf Inhaltsbereiche der „Kompetenzen für informative Bildung im Primarbereich“ darstellt (Best u.a. 2019). Im Sinne der technischen Perspektive des Sachunterrichts sollen Kinder „einfache technische Funktions- und Handlungszusammenhänge [...] verstehen“ (GDSU 2013, 64) und im Sinne der technologisch-medialen Perspektive des Frankfurt-Dreiecks „Hinterfragen und Reflektieren“ (Brinda u.a. 2020), was im Kontext von Informatiksystemen möglich sein kann. Allerdings werden Informatiksysteme von Kindern nicht immer als solche wahrgenommen (Best u.a. 2019), was die Forderung der GDSU (2013, 64), „in eigenen Versuchen des Herstellens und Konstruierens den produktiv-schöpferischen Charakter der Technik [...] sowie Mittel-Zweck-Bindung im technischen Handeln zu erfahren“, zunächst zu erschweren scheint. Eine Möglichkeit, diese Kompetenz am Beispiel der Stickmaschine zu fördern, ist die produktiv-schöpferische Entwicklung von Programmen zur Steuerung der Stickmaschine. Auch *Algorithmen* stellen einen weiteren Inhaltsbereich der Empfehlungen der GI dar (Best u.a. 2019). In einzelnen deutschen Bundesländern sind Algorithmen bereits im Sachunterricht des jeweiligen Grundschullehrplans verankert, wie beispielsweise das *Ausführen und Formulieren von Algorithmen* in Mecklenburg-Vorpommern oder das *Programmieren einer Sequenz* in Nordrhein-Westfalen (Nenner & Bergner 2022).

3.2 Verbindung weiterer Perspektiven des Sachunterrichts mit informatischer Bildung

Die Programmierung von Stickmustern kann aber nicht nur aus der technischen Perspektive des Sachunterrichts betrachtet werden, sondern auch über den perspektivenvernetzenden Themenbereich *Medien* (GDSU 2013) sowie die Interaktionsperspektive des Frankfurt-Dreiecks (Brinda u.a. 2020). Zusätzlich schlagen Brämer u.a. (2021) vor, über eine digitale Perspektive nachzudenken. Dabei wird argumentiert, dass bisher „vor allem das Lernen mit Medien fokussiert“ wird (Brämer u.a. 2021, 9). So wird das Thema *Medien* zwar als perspektivenvernetzender Themenbereich des Sachunterrichts gesehen (GDSU 2013), allerdings bisher eher in Bezug auf anwendungsbezogene Kompetenzen (Brämer u.a. 2021). Hier kommt dem Zusammenspiel aus Sachunterricht und Informatikdidaktik eine entscheidende Rolle zu: So be-

schreiben Haider u.a. (2022, 56) den „Sachunterricht als zentrales Fach für das Lernen mit und über Medien“ und „zum Lernen über Medien liefert die Informatikdidaktik entscheidende Beiträge“ (Haider u.a. 2022, 66).

Das Informatiksystem Stickmaschine kann folglich perspektivenvernetzend im Sachunterricht eingesetzt werden. So kann die Stickmaschine aus historischer und sozialwissenschaftlicher Perspektive (GDSU 2013) beleuchtet werden, indem der historische Wandel des Stickens hinsichtlich seiner Automatisierung und die Stickmaschine als Werkzeug zur Arbeitserleichterung thematisiert werden, was wiederum gewinnbringende Anknüpfungspunkte zum Inhaltsbereich *Informatik, Mensch und Gesellschaft* der Empfehlungen der GI (Best u.a. 2019) schaffen kann.

4 Grundschulkurs

Um typische Schwierigkeiten beim Programmieren von Stickmustern zu untersuchen, wurde ein Kurs auf der Grundlage von Beiträgen zu bereits durchgeführten Kursen entwickelt. So geben Wolz u.a. Anregungen zur konzeptionellen Gestaltung und praktischen Umsetzung mit der Programmierumgebung *TurtleStitch* (<https://www.turtlestitch.org/run>; Wolz u.a. 2019a; Wolz u.a. 2019b) und Spieler u.a. insbesondere zur genderbewussten Pädagogik und Mädchenförderung (Spieler, Grandl u.a. 2020; Spieler, Krnjic 2020; Gursch u.a. 2021).

4.1 Einstieg über Vorerfahrungen der Kinder

Zu Beginn werden den Kindern als stummer Impuls mehrere Fotos von bestickten Materialien gezeigt. Die meisten Kinder kennen neben dem Endprodukt eigener bestickter Textilien das Sticken per Hand bereits als Arbeitstechnik aus dem Werkunterricht. Indem die Kinder ihre Erfahrungen schildern und bei Bedarf genauer nachgefragt wird, stellt sich das Sticken als künstlerische aber zeitaufwändige Tätigkeit heraus. Während einzelne Kinder durch Angehörige bereits Näh- oder Stickmaschinen kennen, die diesen Prozess vereinfachen, bleibt die Frage nach der eigentlichen Erstellung des Stickmusters selbst offen. Das Ziel der Stunde ist es daher zu überprüfen, ob das Sticken einschließlich der Mustererstellung durch Programmierung vereinfacht werden kann. Durch diesen Einstieg soll den Kindern über ihre Lebenswelt ein Zugang zur informatischen Modellierung ermöglicht werden (Humbert u.a. 2020, 92).

4.2 Vorstellung der Programmierumgebung und Erarbeitung algorithmischer Grundbausteine

Anschließend an den Einstieg wird die Programmierumgebung *TurtleStitch* vorgestellt, indem schrittweise ein Beispielprogramm mithilfe der Schritte

Predict, Run und Investigate des PRIMM-Ansatzes erstellt wird (Sentance u.a. 2019), wobei die algorithmischen Grundbausteine Anweisung, Sequenz und Wiederholung gemeinsam erarbeitet werden. Durch die vorherige Teilnahme der Kinder an einem 90-minütigen Roboter-Kurs war der Einstieg in das algorithmische Denken bereits erfolgt. Dennoch war die Erarbeitung der Programmierumgebung und der algorithmischen Grundbausteine vergleichsweise kurz und könnte entweder in anderen Programmierkontexten vorentlastet oder im Rahmen der Programmierung von Stickmustern intensiver geübt werden. Zudem wurden einzelne stickspezifische Programmieraspekte erklärt wie der Sprungstich (neue Positionierung ohne Sticken des zurückgelegten Wegs), das Programmieren von Text (vorgegebener Block und zusätzlicher Block für eine dickere und damit stabilere Stichart) und der Umgang mit der *Density Warning* (zu häufiges Einstechen in einen Punkt).

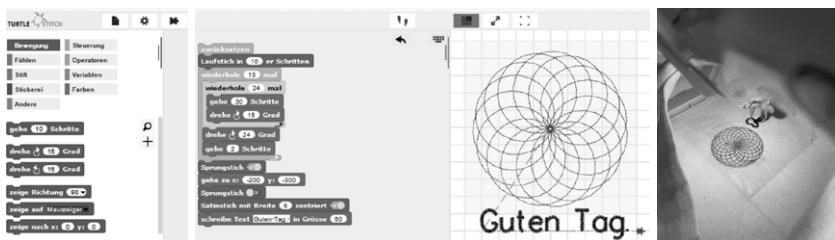


Abb. 1: Beispielprogramm in der Programmierumgebung TurtleStitch (links und Mitte); Übertragung auf eine Tasche mittels Stickmaschine (rechts) (eigene Darstellung)

4.3 Programmierung eines eigenen Stickmusters

Während das Beispielprogramm eine Art Mandala aus Kreisen (bzw. 24-Ecken, siehe Abb. 1) zeigte, wird den Kindern zusätzlich explizit gesagt, dass sich auch andere einfache geometrische Formen wie Quadrate oder Dreiecke sowie Geraden gut für die Programmierung eignen. In Anlehnung an die Vorgehensweise von Spieler, Krnjic u.a. (2020) dürfen die Kinder ihr Muster nun zuerst aufmalen und erhalten bei Bedarf Ideen zur Vereinfachung des Designs. Um die Kinder zu inspirieren, ohne sie zu überfordern, werden ihnen jedoch nur einzelne Beispiele für Designs aus geometrischen Formen gezeigt. Dabei werden geschlechterspezifische Präferenzen berücksichtigt (Graßl & Fraser 2021), indem u.a. ein Ball, Blumen und ein Bären Gesicht gezeigt werden.

In den folgenden 50 bis 60 Minuten programmieren die Kinder ihr eigenes Stickmuster, wobei die Aufgabenstellung, die Beispieldesigns und einzelne Programmierhinweise (Sprungstich und zurücksetzen-Block) durchgehend projiziert werden. Wenn die Kinder keine eigene Idee haben oder mehr Anlei-

tung benötigen, können sie auf kleinere Aufgaben und Anregungen zurückgreifen, die von der Projektleitung erstellt wurden. Bei Fragen können sich die Kinder an die Betreuenden wenden, die je nach Studie (siehe Abschnitt 5.2) entweder die Lösung Schritt für Schritt vorgeben oder nur einen Hinweis geben, mit dem die Kinder selbstständig zur Lösung gelangen sollen.

Um zumindest ein annähernd gleiches Ende der Programmierung der Kinder zu erreichen, werden einige Musterideen zwischendurch vereinfacht und andere wiederum um beispielsweise Texte erweitert. Am Ende der Einzelarbeit wird das Herunterladen und Umbenennen der Datei für alle Kinder gezeigt und schließlich schrittweise angeleitet und von den Kindern nachgemacht.

4.4 Diskussion hinsichtlich der Arbeitserleichterung

Nachdem sich die Kinder handlungs- und problemorientiert mit der Programmierung von Stickmustern auseinandergesetzt haben, wird diese nun in Rückbezug auf die Ausgangssituation reflektiert. Dazu wird zunächst der Prozess des digitalen und maschinellen Stickens abgeschlossen, indem ein Video gezeigt wird, in dem das Muster des Beispielprogramms gestickt wird (siehe Abb. 1). Analog zur Empfehlung von Wolz u.a. (2019a) wird an dieser Stelle bewusst auf eine Live-Demonstration der Stickmaschine verzichtet, auch um die anschließende Diskussion möglichst zielgerichtet und für alle Kurse ähnlich zu halten. Alle Muster wurden im Nachgang durch die Betreuenden mittels Stickmaschine auf Baumwolltaschen gestickt und den Kindern übergeben. Generell könnte jedoch überlegt werden, Schwierigkeiten im Umgang mit der Stickmaschine einzubeziehen, um auch Nachteile des maschinellen Stickens wie die notwendige Wartung zu thematisieren.

In der Diskussion des vorliegenden Kurses werden die Kinder dazu angeregt, über die Effektivität der durchgeführten Vorgehensweise nachzudenken. Dabei wird die Stickmaschine schnell als Werkzeug zur Arbeitserleichterung deutlich, wobei die Mustererstellung durch Programmierung als vergleichsweise aufwändig aber als passend für eigene kreative Umsetzungen eingeschätzt wird. Falls von den Kindern noch nicht thematisiert, wirft die Kursleitung die Frage auf, wie einfach es ist, von Hand gestickte oder durch Programmierung erstellte Muster abzuändern oder zu vervielfältigen. Dabei wird deutlich, dass die Programmierung von Stickmustern und das maschinelle Sticken sowohl effektiv als auch effizient zur Arbeitserleichterung beitragen können.

5 Methode (Studie I)

Die folgenden Forschungsfragen werden mithilfe der vorliegenden Studie beantwortet:

- RQ 1: Welchen Feedbacktyp bevorzugen Kinder bei der Programmierung von Stickmustern?
- RQ 2: Bezuglich welcher Schwierigkeiten benötigen Kinder Hilfestellungen bei der Programmierung von Stickmustern?

5.1 Teilnehmende

Für die Untersuchung nahmen zwei Klassen einer Grundschule aus Passau an dem in Abschnitt 4 beschriebenen Kurs teil. Die insgesamt 37 Kinder waren zwischen neun und elf Jahre alt und hatten bereits an einem 90-minütigen Kurs mit dem Ozobot-Roboter teilgenommen, bei dem dieser größtenteils über gemalte Filzstift-Farbcodes gesteuert wurde.

Pro Kurs waren vier Betreuende anwesend, an die sich die Kinder bei Fragen wenden konnten. Den Betreuenden wurden im Vorfeld grundlegende Informationen zur Programmierung von Stickmustern mit *TurtleStitch* gegeben sowie erklärt, wie im jeweiligen Kurs Feedback gegeben wird, ohne jedoch den genauen inhaltlichen Wortlaut vorzugeben.

Wie fandest du die Hilfe?

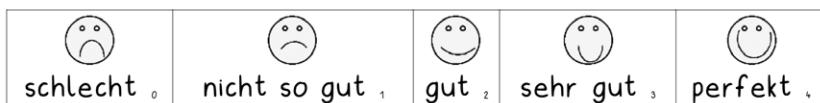


Abb. 2: Skala zur Evaluation der Hilfestellung durch die Kinder (angelehnt an den Smileyometer, Read & MacFarlane 2006; eigene Darstellung)

5.2 Datensammlung

Bei Fragen während der Programmierung des eigenen Stickmusters wandten sich die Kinder an die Betreuenden. Die Betreuenden notierten die Schwierigkeiten, die die Kinder explizit mit ihnen besprachen (nicht die wörtliche Formulierung des Kindes, sondern eine Zusammenfassung), sowie die Antwort auf die Frage „Wie fandest du die Hilfe?“. Um die Bewertung quantifizierbar und für die Kinder zugänglicher zu machen, tippten die Kinder auf den jeweiligen Smiley bzw. das Wort auf einer ausgedruckten fünfstufigen Likert-Skala an (siehe Abb. 2), die auf dem Smileyometer basiert (Read & MacFarlane 2006).

Um zu vergleichen, ob sich der Feedbacktyp auf die Bewertung durch die Kinder auswirkt, wurde jeder der beiden Klassen ein unterschiedlicher Typ zugeordnet:

- Gruppe *direkte Vorgaben*: Die Lösung wurde immer Schritt für Schritt vorgegeben (beispielsweise durch die eindeutige Angabe der Blöcke und deren Reihenfolge).
- Gruppe *Hinweis*: Es wurde nur ein Hinweis gegeben, mit dem die Kinder selbstständig zur Lösung gelangen sollten (beispielsweise ein Verweis auf die passende Blockkategorie oder eine Erklärung dahinterliegender informatischer Konzepte).

5.3 Datenanalyse

Die notierten Probleme wurden mittels hermeneutischer Inhaltsanalyse analysiert (Bergman 2021): Dazu wurden alle Daten gesichtet, ein Kategoriensystem erstellt, alle Datenpunkte von einer Person und 20% von einer weiteren Person annotiert, was zu einer Interrater-Reliabilität von $K=0,84$ führte. Sowohl die quantifizierten Probleme als auch die Bewertung des Feedbacks durch die Kinder wurden auf Gruppenunterschiede (Gruppe *direkte Vorgaben* und Gruppe *Hinweis*) untersucht. Dazu wurde der Wilcoxon-Mann-Whitney-Test mit $\alpha=0,05$ verwendet und die Effektgröße \hat{A}_{12} berechnet.

5.4 Limitationen

Hinsichtlich der externen Validität ist anzumerken, dass die Anzahl der Teilnehmenden relativ gering ist, die Teilnehmenden bereits etwas Vorerfahrungen hinsichtlich Robotik hatten und die blockbasierte Programmierung von Stickmustern einen speziellen Teilbereich der Programmierung darstellt. Die Ergebnisse sind daher als Ausgangspunkt zu sehen, auf dem weitere Untersuchungen mit beispielsweise anderen Programmierumgebungen aufbauen können.

6 Ergebnisse (Studie I)

6.1 Bewertung der Hilfestellung

Die Hilfestellung wurde von der Gruppe *direkte Vorgaben* im Median mit 3 (*sehr gut*) und von der Gruppe *Hinweis* im Median mit 4 (*perfekt*) bewertet. Trotz der relativ hohen Bewertungen für beide Gruppen – was für die relativ junge Zielgruppe nicht untypisch ist (Read & MacFarlane 2006) – lassen sich Unterschiede zwischen den Gruppen feststellen: Die Bewertungen der Gruppe *Hinweis* sind signifikant besser als die der Gruppe *direkte Vorgaben* ($p=.003$, $\hat{A}_{12}=0,35$). Dies bestätigt Ergebnisse beim Programmieren von Robotern: direkte Vorgaben hängen mit reduziertem Spaß an einer Aufgabe zusammen und Hinweise mit einem erhöhten Spaß (Greifenstein u.a. 2022).

6.2 Typische Schwierigkeiten

Tabelle 1 und 2 zeigen die Schwierigkeiten der Kinder hinsichtlich der informatischen Inhalte und der medialen Inhalte bzw. der Programmierumgebung. Die mittlere Spalte gibt dabei an, auf wie viel Prozent der Kinder die jeweilige Kategorie zutrifft und die letzte Spalte zeigt für diese Untergruppe, wie oft die Kategorie zutrifft. Insgesamt traten bei den 37 Kindern 115 Schwierigkeiten auf, das ergibt einen Mittelwert von 3,1 Schwierigkeiten pro Kind mit einem Median von 3. Vier Kinder (zwei aus der Gruppe direkte Vorgaben, zwei aus der Gruppe Hinweis) hatten keine Schwierigkeiten, die sie mit Betreuenden besprachen.

Tab. 1: Schwierigkeiten hinsichtlich der informatischen Inhalte (eigene Darstellung)

(Unter-)Kategorie	Anteil an Kindern	Durchschnittliche Häufigkeit
stickspezifische Konzepte	73,0	1,7
• Sprungstich	51,4	1,2
• Text	37,8	1,2
• <i>Density Warning</i>	10,8	1,0
• Stichart	10,8	1,0
Stickmuster	59,5	2,2
• Positionierung	35,1	1,2
• bestimmte Muster	32,4	1,4
• Änderung	32,4	1,3
algorithmische Konzepte	51,4	1,4
• zurücksetzen	24,3	1,1
• Wiederholung	16,2	1,0
• Variable	13,5	1,2
• keine Parallelität	10,9	1,3

88,9 % der Kinder hatten Fragen zu *informatischen Inhalten* an die Betreuenden und diese Kinder hatten durchschnittlich auch mehrfach (durchschnittlich 3,7 Mal) Fragen dazu. Die Schwierigkeiten hinsichtlich der informatischen Inhalte beim Programmieren können weiter unterteilt werden in *stickspezifische Konzepte*, *Stickmuster* und *algorithmische Konzepte* (siehe Tab. 1). Bei den stickspezifischen Konzepten wird deutlich, dass besonders die Aspekte nachgefragt werden, die auch im Beispielprogramm genutzt wurden (siehe Abb. 1). Gleichzeitig sind die Programmierung eines Sprungstichs und eines Textes Aspekte, die mehrere Schritte erfordern. Die Mehrschrittigkeit und das Beispielprogramm scheinen folglich einen Einfluss auf die Häufigkeit zu haben.

Insgesamt 59,5 % der Kinder stellten zudem Fragen zur Positionierung oder Abänderung ihres Stickmusters oder bestimmten Stickmustern (siehe Tab. 1): Beispielsweise wurde gefragt „Wie fügt man einen Kreis um die Schrift hinzu?“ (K2) oder „Wie [mache ich] das Muster größer?“ (K9). Diese Aussagen wurden zwar nur innerhalb der Kategorie *stickspezifische Konzepte* notiert, enthalten aber prinzipiell auch algorithmische Konzepte, da sowohl für einen Kreis als auch für eine Vergrößerung eines Musters eine Wiederholung verwendet werden kann. Die Kinder stellten auch explizite Fragen zu algorithmischen Konzepten (siehe Tab. 1). Zwei Besonderheiten der *TurtleStitch*-Programmierumgebung bzw. der Programmierung von Stickmustern sind der *zurücksetzen*-Block (Initialisierung der Stickeinstellungen, Startposition und -richtung und Löschen der Mustervorschau) und das Entwerfen sequentieller Abläufe, da nur ein Aktor programmiert wird (und daher nur ein Skript genutzt wird oder mehrere Skripte, die beispielsweise über Nachrichten zusammenhängen, um den Code übersichtlicher zu gestalten). Zudem gab es Nachfragen zu Wiederholungen, die für die Programmierung von Stickmustern hilfreich sind (Spieler, Krnjic u. a. 2020) wie die „Änderung der Zahl bei ‚wiederhole‘“ (K10). Da auf dem Aufgabenblatt auch eine Spirale zur Inspiration abgebildet war, gab es auch Nachfragen zu Variablen (siehe Tab. 1). Auch hier zeigt sich, dass das vorgegebene Material einen starken inhaltlichen Einfluss auf die Schwierigkeiten der Lernenden hat.

Tab. 2: Schwierigkeiten hinsichtlich medialer Inhalte bzw. der Programmierumgebung (eigene Darstellung)

Kategorie	Anteil an Kindern	Durchschnittliche Häufigkeit
Zahlen ändern	18,9	1,0
allgemein	10,8	1,0
Programmabsturz	10,8	1,0
Blöcke verschieben	8,1	1,0
Blöcke einfügen	5,4	1,5
Code testen	5,4	1,0
Einstellungen	5,4	1,0

Hinsichtlich der Programmierumgebung hatten 45,9 % der Kinder Nachfragen an die Betreuenden und diese Kinder durchschnittlich 1,47 Mal. Die relativ hohe Anzahl an Schwierigkeiten beim Ändern von Zahlen kann neben Schwierigkeiten im Umgang mit der Programmierumgebung auch auf algorithmische Konzepte wie die Änderung der Anzahl an Wiederholungen zurückzuführen sein. Insbesondere das Verschieben von Blöcken auf dem Tablet war für mehrere Kinder eine Herausforderung, die von einzelnen Kindern

auch explizit nachgefragt wurde (siehe Tab. 2). Diesen Kindern wurde erklärt, dass die Blöcke, die sich direkt unter dem zu verschiebenden Block befinden, mitverschoben werden. Auch war es für manche Kinder nicht ersichtlich, „wie die Schildkröte etwas zeichnet“ (K12), also wie der Code ausgeführt bzw. getestet wird. Das kann daran liegen, dass das Anklicken des Skripts zwar bei der Vorstellung der Programmierumgebung kurz erwähnt wurde, aber visuell nicht ersichtlich war. Da es aus nicht ersichtlichen Gründen auch vereinzelt zu Programmabstürzen kam, macht es Sinn, den Code zwischendurch zu sichern.

7 Diskussion (Studie I)

7.1 Empfehlungen

Zwar können die Ergebnisse nicht vollständig auf andere Kurse übertragen werden, jedoch zeigen die identifizierten typischen Schwierigkeiten hinsichtlich informatischer Inhalte Folgendes deutlich: Besonders die Aspekte, die in den Unterrichtsmaterialien wie dem Beispielprogramm integriert sind oder mehrschrittig sind, sollten durch Hilfestellungen und/oder Differenzierungsmaterialien ergänzt werden. Zudem sind bestimmte Aspekte, die für die Programmierung von Stickmustern unabdingbar sind, in den meisten Einführungen enthalten. Deswegen ist es notwendig, insbesondere diese vorzuentlasten, genügend Zeit zur Exploration einzuplanen und Hilfsmaterial vorzubereiten. Bei der Einführung in die Programmierumgebung ist außerdem darauf zu achten, optisch schwer nachvollziehbare Aktionen wie das Anklicken von Buttons nicht nur auditiv, sondern auch visuell durch beispielsweise einen farbig aufleuchtenden Kreis hervorzuheben.

7.2 Erstellung der Hinweise

Während die Betreuenden den Lernenden in der Studie im Grundschulkurs mündliches Feedback gaben, konnten für die dort aufgetretenen, wiederkehrenden Schwierigkeiten Hinweiskärtchen erstellt werden. So wurden basierend auf den Erkenntnissen aus Abschnitt 6, verwandten Arbeiten und weiteren Überlegungen insgesamt 17 Hinweise zu den identifizierten Schwierigkeiten erstellt. Diese sind in einige Kategorien der Programmierumgebung *TurtleStitch* sowie in die Kategorie *Sonstiges* unterteilt (siehe Tab. 3). Die Kategorie *Sonstiges* beinhaltet u.a. geometrische Formen, die häufig für Muster verwendet werden wie ein Quadrat. Jeder Hinweis (beispielsweise Abb. 3) besteht aus einer Vorderseite mit Überschrift, Abbildung und Kategorie und einer Rückseite mit einem Beispiel und Sternsymbolen als Verweis auf eine problemlösungsorientierte Erklärung oder Frage. Im Unterricht kann die Lehrkraft den Lernenden jeweils das Hinweiskärtchen geben, das zur Kinderfrage passt. Eine erste Evaluation, inwieweit dies als hilfreich eingeschätzt wird, wird im Folgenden beschrieben.

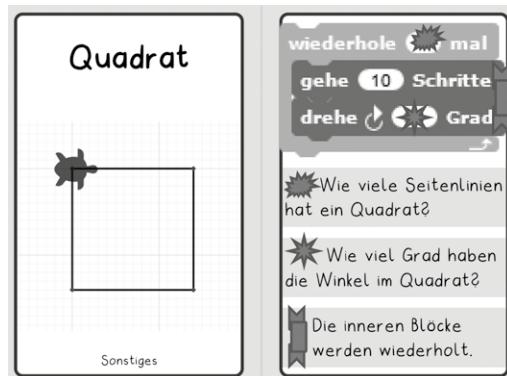


Abb. 3: Beispiel eines Hinweiskärtchens mit Vorder- und Rückseite „Programmierung eines Quadrats“ (eigene Darstellung)

Tab. 3: Themen der Hinweiskärtchen (eigene Darstellung)

Kategorie	Thema des Kärtchens
Bewegung	Position ändern
	Richtung setzen
	Position herausfinden
	Seltener in einen Punkt (Warnung <i>Density Warning</i>)
	Text
	Koordinatensystem
Stickerei	Koordinatensystem (Beispiel)
	Sprungstich
Steuerung	zurücksetzen
	Figuren vergrößern
Variablen	Variable Teil 1 (erstellen)
	Variable Teil 2 (verwenden)
Sonstiges	Linie
	Quadrat
	Kreis
	Halbkreis
	Gleichseitiges Dreieck

8 Methode (Studie II)

Die folgenden Forschungsfragen werden mithilfe der vorliegenden Studie beantwortet:

- RQ 1: Inwieweit helfen die Hinweiskärtchen, Herausforderungen beim Geben von Feedback zu bewältigen?
- RQ 2: Inwieweit können die Hinweiskärtchen potenziell das Lernen unterstützen?

8.1 Datensammlung

Im Rahmen der Lehrkräfteaus- und -fortbildung wurden zwei Workshops zur Programmierung von Stickmustern durchgeführt. Der erste Workshop fand im Rahmen eines asynchronen Seminars statt, der zweite im Rahmen einer Präsenzfortbildung. Insgesamt nahmen zwölf (angehende) Lehrkräften an den Workshops teil, von denen sieben an der Umfrage teilnahmen. Davon sind drei weiblich, drei männlich und eine Person machte keine Angabe.

8.2 Datenanalyse

Die offenen Fragen wurden, wie in Abschnitt 5 beschrieben, mittels herme-neutischer Inhaltsanalyse analysiert (Bergman 2021).

8.3 Limitationen

Bezüglich der internen Validität ist anzumerken, dass die Teilnehmenden die Wirkung der Hinweiskärtchen einschätzten, ohne diese aktiv als Lehrende im Unterricht eingesetzt zu haben. Die Hinweiskärtchen werden jedoch im Workshop erklärt und von den Teilnehmenden für ihr eigenes Muster und somit als Lernende verwendet.

9 Ergebnisse (Studie II)

9.1 Entgegenwirken von Herausforderungen durch Hinweiskärtchen

Abbildung 4 zeigt, wie die Teilnehmenden die Unterstützung durch die Hinweiskarten für die jeweiligen Herausforderungen beim Geben von Feedback (siehe Abschnitt 2) einschätzen. Der Median für die allgemeine Unterstützung beim Geben von Feedback liegt bei „stimme zu“ (siehe Abb. 4). Begründet wird dies beispielsweise damit, dass diese Möglichkeit des Feedbacks „schnell und übersichtlich“ (L5) sowie „zeitökonomisch sinnvoll [ist]“ (L4) und dass die

Hinweiskärtchen „zur Veranschaulichung“ (L6) und „Visualisieren des Problems und dessen Lösung beitragen“ (L4).

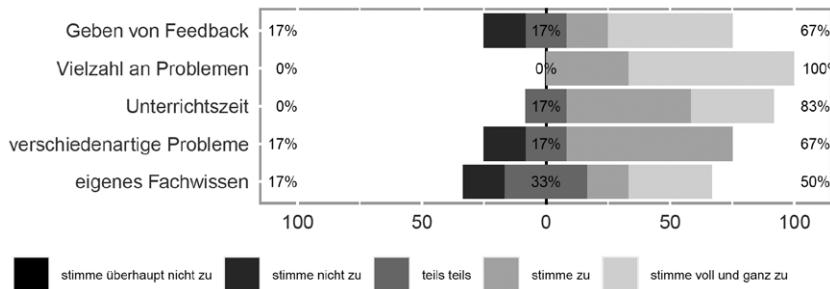


Abb. 4: Einschätzung der Aussage „Ich finde, dass die Hinweiskärtchen dabei helfen, den folgenden Herausforderungen entgegenzuwirken“ durch die Teilnehmenden (eigene Darstellung)

Bei der Unterstützung des eigenen Fachwissens liegt der Median nur bei *teils teils* (siehe Abb. 4), „da dieses für den Einsatz der Hinweiskärtchen einerseits grundlegend vorhanden sein sollte und unabdingbar in Lehr-Lernumgebungen ist“ (L4).

Bei den verschiedenartigen Problemen liegt der Median bei *stimme zu*. So können „die Hinweis-Kärtchen viel Wissen an die Kinder weitergeben und die Kinder auch in gewissen Situationen unterstützen“ (L1) und „die Hinweiskarten helfen den Kindern gut bei den häufigsten Problemen und Aufgaben“ (L5), aber „falls die Problemlage spezifischer wird, können sie oft allerdings keine große Hilfe sein“ (L2). Das kann daran liegen, dass während Diagnose- und Interventionsprozessen viele Schritte durch die Lehrkraft durchlaufen werden (Hennig & Michaeli 2023), wobei insbesondere der Schritt des Erkennens kaum explizit durch die Hinweiskärtchen abgedeckt wird. Dieser muss von den Lehrkräften geleistet werden, was insbesondere bei komplexeren bzw. undurchsichtigeren Schwierigkeiten der Lernenden herausfordernd sein kann.

In Bezug auf die Unterrichtszeit bzw. die Vielzahl gleichzeitiger Probleme liegt der Median bei *stimme zu* bzw. *stimme voll und ganz zu* (siehe Abb. 4). Sinnvoll ist in diesem Zusammenhang auch der Vorschlag, die Hinweiskärtchen zur Entlastung der Lehrkraft einzusetzen und die eingesparte Zeit für die individuelle Betreuung einzelner Kinder zu verwenden: „Ich finde die Hinweiskärtchen besonders hilfreich, wenn viele Kinder zu Beginn alle Probleme aufzeigen, die Lehrkraft kann dann nicht zu allen Kindern auf einmal hin und so können [...] die Kärtchen ausgeteilt werden und nur bei spezielleren Prob-

lemen kann die Lehrkraft helfen und bei den anfänglichen Problemen helfen die Kärtchen“ (L3).

Die Hinweiskärtchen können folglich generell hilfreich für das Geben von Feedback sein, wobei dies insbesondere von den jeweiligen Schwierigkeiten der Lernenden abhängt.

9.2 Unterstützung des Lernens durch Hinweiskärtchen

Abbildung 5 zeigt, wie die Teilnehmenden es einschätzen, dass die Hinweiskärtchen das Lernen auf kognitiver, metakognitiver und affektiver Ebene unterstützen. Während der Median hinsichtlich der Unterstützung kognitiver Lernaspekte bei *stimme zu* liegt, liegt er bei metakognitiven und affektiven Aspekten bei *stimme voll und ganz zu* (Abb. 5). Begründet wird dies damit, dass „die Kinder mit den Kärtchen selbst ihre Probleme lösen und müssen nicht gleich immer die Lehrperson rufen“ (L3) und „die Motivation sinkt nicht ab, da immer eine Hinweiskarte zu Hand ist“ (L5).

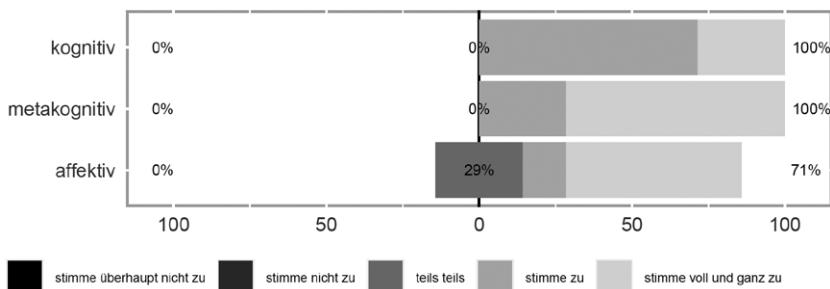


Abb. 5: Einschätzung der Aussage „Ich finde, dass die Hinweiskärtchen den Kindern bezüglich folgenden Aspekten beim Lernen helfen“ durch die Teilnehmenden (eigene Darstellung)

Die neutralen bis positiven Bewertungen zeigen, dass die Hinweiskärtchen das Lernen potenziell unterstützen, wobei hier eine genauere Untersuchung der tatsächlichen Lerneffekte aussteht.

10 Fazit und Ausblick

Lernende beim Programmieren zu unterstützen, kann gerade für Grundschullehrkräfte herausfordernd sein. Dieser Beitrag zeigt, dass es hilfreich sein kann, analog zu Studie 1 typische Schwierigkeiten zu sammeln, diese in Form von Hinweiskärtchen aufzubereiten und analog zu Studie 2 durch Angebote für (angehende) Lehrkräfte den Transfer in die Schulen anzusto-

ßen. Zwar wird sich auf einen spezifischen Kurs bezogen, die Vorgehensweise ist jedoch auf andere Kurse und Themenbereiche übertragbar, wie beispielsweise Hinweiskärtchen zur Farbcodierung von Ozobot-Robotern (Greifenstein u.a. 2024). Dabei kann die Grundidee der Hinweise, keine direkten Vorgaben, sondern Denkimpulse zu geben, neben der Gestaltung eines Hinweises auch in der Organisationsform aufgegriffen werden: Wählen die Lernenden selbst den passenden Hinweis aus oder erfolgt die Ausgabe über die Lehrkraft bzw. automatisiert? Befinden sich die Hinweise – im Falle der selbstständigen Auswahl – direkt bei den Lernenden oder auf einem zentralen Materialientisch? Sind die Kärtchen ausgedruckt oder digital verfügbar?

Während in den Kursen des vorliegenden Beitrags keine automatisierten oder KI-basierten Hinweise verwendet wurden, so ergeben sich doch übergreifende Prinzipien: Insbesondere bei selbstständigem Zugriff auf (automatisiertes) Feedback ist darauf zu achten, dass Lernende kognitiv aktiviert werden (Marwan u.a. 2019) und sich nicht allein darauf verlassen (Chevalier u.a. 2022). Dies überschneidet sich mit den Herausforderungen von KI-basierten Systemen, die beispielsweise Texte ausgeben und dabei bisher selten an die individuellen Voraussetzungen der Lernenden oder des Lernszenarios angepasst werden können, wodurch sich Lernende zu sehr darauf verlassen könnten (Kasneci u.a. 2023). Daher ist auch bei KI-basierten Feedbacksystemen bzw. generell bei automatisierten Werkzeugen darauf zu achten, dass diese die Lernenden kognitiv aktivieren, indem sie Kriterien für effektives Feedback berücksichtigen. Neben der Ermöglichung einer gewissen Autonomie gilt es aber auch, Lehrenden wie Lernenden ein Kompetenzerleben zu ermöglichen, auch um die zwei grundlegenden Aspekte zur Förderung intrinsischer Motivation (Deci & Ryan 1993) zu gewährleisten. Die Hinweiskärtchen wurden mittlerweile bereits mehrmals in (außer-)schulischen Kursen verwendet. Als nächste Schritte sind nun verschiedene Formen der Differenzierung und Individualisierung angedacht, um möglichst allen Kindern einen Zugang zu ermöglichen sowie eine Erhebung zu Lerneffekten auf insbesondere affektiver Ebene. Für Lehrende sollen zudem Begleitmaterialien entwickelt und Fortbildungsmöglichkeiten geschaffen werden, die die Förderung fachlicher und fachdidaktischer Kompetenzen zu den Hinweiskärtchen ermöglichen.

Literatur

- Bergman, M. M. (2021): Textual and Audiovisual Analyses Within a Mixed Methods Framework. In: A. Tashakkori & C. Teddlie (Hrsg.): SAGE handbook of mixed methods in social & behavioral research. New York: SAGE, 379–396.
- Best, A., Borowski, C., Büttner, K., Freudenberg, R., Fricke, M., Haselmeier, K. & Thomas, M. (2019): Kompetenzen für informative Bildung im Primarbereich. Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V.

- Brämer, M., Rehfeldt, D. & Köster, H. (2021): Informatik im Sachunterricht: Studien zu Lehrkräften und Studierenden. In: S. Habig (Hrsg.): Naturwissenschaftlicher Unterricht und Lehrerbildung im Umbruch? 41. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. GDCP, 789–792.
- Brämer, M., Straube, P., Köster, H. & Romeike, R. (2020): Eine digitale Perspektive für den Sachunterricht – ein Vorschlag zur Diskussion. In: Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts eV, GDSU-Journal, 10, 9–19.
- Brinda, T., Brüggen, N., Diethelm, I., Knaus, T., Kommer, S., Kopf, C. & Weich, A. (2020): Frankfurt-Dreieck zur Bildung in der digital vernetzten Welt. Ein interdisziplinäres Modell. In: T. Knaus & O. Merz (Hrsg.): Schnittstellen und Interfaces. Digitaler Wandel in Bildungseinrichtungen. München: kopaed, 157–167.
- Chevalier, M., Giang, C., El-Hamamsy, L., Bonnet, E., Papaspyros, V., Pellet, J. P., Audrin, C., Romero, M., Baumberger, B. & Mondada, F. (2022): The role of feedback and guidance as intervention methods to foster computational thinking in educational robotics learning activities for primary school. In: Computers & Education, 180, 15 S.
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (1993): Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. In: Zeitschrift für Pädagogik, 39(2), 223–238.
- Dengel, A. & Heuer, U. (2017): Aufbau des Internets: Vorstellungsbilder angehender Lehrkräfte. In: I. Diethelm (Hrsg.): Informatische Bildung zum Verstehen und Gestalten der digitalen Welt: 17. GI-Fachtagung Informatik und Schule; 13.-15. September 2017 Oldenburg. Bonn: Gesellschaft für Informatik eV. (GI), 87–96.
- Döbeli Honegger, B. & Hielscher, M. (2017): Vom Lehrplan zur Lehrerinnenbildung – Erste Erfahrungen mit obligatorischer Informatikdidaktik für angehende Schweizer Primarlehrerinnen. In: I. Diethelm (Hrsg.): Informatische Bildung zum Verstehen und Gestalten der digitalen Welt: 17. GI-Fachtagung Informatik und Schule; 13.-15. September 2017 Oldenburg. Bonn: GI, 97–107.
- Fishbach, A., Eyal, T. & Finkelstein, S. R. (2010): How positive and negative feedback motivate goal pursuit. In: Social and Personality Psychology Compass, 4(8), 517–530.
- GDSU (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts) (2013): Perspektivrahmen Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Geldreich, K., Simon, A. & Hubwieser, P. (2018): A design-based research approach for introducing algorithmics and programming to bavarian primary schools: Theoretical foundation and didactic implementation. In: MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung, 33, 53–75.
- Graßl, I., Geldreich, K. & Fraser, G. (2021): Data-driven Analysis of Gender Differences and Similarities in Scratch Programs. In: M. Berges, A. Mühling & M. Armoni (Hrsg.): WiPSCE’21: 16. Workshop on Primary and Secondary Computing Education; 18. bis 20. Oktober 2021. New York: ACM, 1–10.
- Greifenstein, L., Graßl, I. & Fraser, G. (2021): Challenging but Full of Opportunities: Teachers’ Perspectives on Programming in Primary Schools. In: O. Seppälä & A. Petersen (Hrsg.): Koli’21: 25. Koli Calling International Conference on Computing Education Research; 18.bis 21. November 2021. New York: ACM, 1–10.
- Greifenstein, L., Heuer, U. & Fraser, G. (2024): Hint Cards for Common Ozobot Robot Issues: Supporting Feedback for Learning Programming in Elementary Schools. In: L. Battestilli, S. Rebelsky & L. Shoop (Hrsg.): SIGSCE’24: 55. ACM Technical Symposium on Computer Science Education; 20 bis 23. März 2024 Portland (USA). New York: ACM, 408–414.
- Greifenstein, L., Graßl, I., Heuer, U. & Fraser, G. (2022): Common Problems and Effects of Feedback on Fun When Programming Ozobots in Primary School. In: M. Grillenberger & M. Berges (Hrsg.): WiPSCE’22: 17. Workshop on Primary and Secondary Computing Education; 31. Oktober bis 2. November 2022 Morsbach. New York: ACM, 1–10.

- Gursch, S., Krnjic, V., Urak, K., Herold, M. & Slany, W. (2021): How to encourage girls to code through embroidery patterns. In: E. T. Pereira, C. Costa & Z. Breda (Hrsg.): ICGR'21: 4. International Conference on Gender Research; 21. bis 22. Juni 2021. New York: Curran Associates, Inc., 122–129.
- Haider, M., Peschel, M., Irion, T., Gryl, I., Schmeinck, D. & Brämer, M. (2022): Die Veränderung der Lebenswelt der Kinder und ihre Folgen für Sachunterricht, Lehrkräftebildung und sachunterrichtsdidaktische Forschung. In: A. Becher, E. Blumberg, T. Goll, K. Michalik & C. Tenberge (Hrsg.): Sachunterricht in der Informationsgesellschaft. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, 55–72.
- Heintz, F.; Mannila, L. & Färnvist, T. (2016): A review of models for introducing computational thinking, computer science and computing in K-12 education. In: FIE'16: Frontiers in Education 2016; 12. bis 15. Oktober Erie. New York: IEEE, 1–9.
- Hennig, H. & Michaeli, T. (2023): Entwicklung eines Prozessmodells für Diagnose- und Intervention von Lehrkräften beim Debugging. In: L. Hellwig & M. Hennecke (Hrsg.): Informatikunterricht zwischen Aktualität und Zeitlosigkeit: 20. GI-Fachtagung Informatik und Schule; 20. bis 22. September 2023 Würzburg. Bonn: GI, 1–10.
- Humbert, L., Best, A., Micheuz, P. & Hellwig, L. (2020): Informatik – Kompetenzentwicklung bei Kindern. In: Informatik Spektrum, 43, 85–93.
- Kasneci, E., Seßler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeffer, J., Poquet, O., Saller, M., Schmidt, A., Seidel, T., Stalder, M. & Kasneci, G. (2023): ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. In: Learning and Individual Differences, 103, 1–9.
- Marwan, S., Jay Williams, J. & Price, T. (2019): An evaluation of the impact of automated programming hints on performance and learning. In: R. McCartney, A. Peterson, A. Robins & A. Moskal (Hrsg.): ICER'19: International Computing Education Research; 12. bis 14. August 2019 Toronto. New York: ACM, 61–70.
- Michaeli, T. & Romeike, R. (2019a): Current status and perspectives of debugging in the k12 classroom: A qualitative study. In: A. K. Ashmawy & S. Schreiter (Hrsg.): EDUCON'19: 10. Global Engineering Education Conference; 9. bis 11. April Dubai. New York: ACM, 1030–1038.
- Michaeli, T. & Romeike, R. (2019b): Improving debugging skills in the classroom: The effects of teaching a systematic debugging process. In: Q. Cutts & T. Brinda (Hrsg.): WiPSCE'19: 14. Workshop on Primary and Secondary Computing Education; 23. bis 25. Oktober 2019 Glasgow. New York: ACM, 1–7.
- Montessori, M. (1959): The absorbent mind. Graz: Adyar.
- Narciss, S. (2013): Designing and evaluating tutoring feedback strategies for digital learning. In: Digital Education Review, 23, 7–26.
- Nenner, C. & Bergner, N. (2022): Informatics Education in German Primary School Curricula. In: A. Böllin & G. Futschek (Hrsg.): Informatics in Schools. A Step Beyond Digital Education. International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives. Wiesbaden: Springer, 3–14.
- Obermüller, F., Bloch, L., Greifenstein, L., Heuer, U. & Fraser, G. (2021): Code Perfumes: Reporting Good Code to Encourage Learners. In: M. Berges, A. Mühlung & M. Armoni (Hrsg.): WiPSCE'21: 16. Workshop on Primary and Secondary Computing Education; 18. bis 20. Oktober 2021. New York: ACM, 1–10.
- Read, J. C. & MacFarlane, S. (2006): Using the fun toolkit and other survey methods to gather opinions in child computer interaction. In: K.-J. Räihä & Höytsniemi, J. (Hrsg.): IDC '06: 5. International Conference on Interaction Design and Children; 7. bis 9. Juni Tampere. New York: ACM, 81–88.
- Ryan, R. M. & Deci, E. L. (2000): Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. In: Contemporary educational psychology, 25(1), 54–67.

- Sentance, S. & Csizmadia, A. (2017): Computing in the curriculum: Challenges and strategies from a teacher's perspective. In: *Education and Information Technologies*, 22, 469-495.
- Sentance, S., Waite, J. & Kallia, M. (2019): Teaching computer programming with PRIMM: a sociocultural perspective. In: *Computer Science Education*, 29(2-3), 136-176.
- Spieler, B., Grandl, M. & Krnjic, V. (2020): The hAPPy-Lab: A gender-conscious way to learn coding basics in an open makerspace setting. In: *CEUR Workshop Proceedings*, 2755, 64-75.
- Spieler, B., Krnjic, V., Slany, W., Horneck, K. & Neudorfer, U. (2020): Design, Code, Stitch, Wear, and Show It! Mobile Visual Pattern Design in School Contexts. In: *FIE'20: Frontiers in Education* 2020; 21. bis 24. Oktober. New York: IEEE, 1-9.
- Wisniewski, B., Zierer, K. & Hattie, J. (2020): The power of feedback revisited: A meta-analysis of educational feedback research. In: *Frontiers in Psychology*, 10, 3087.
- Wolz, U., Auschauer, M. & Mayr-Stalder, A. (2019a): Code crafting with turtlestitch. In: *ACM SIGGRAPH 2019 Studio*, 2, 1-2.
- Wolz, U., Auschauer, M. & Mayr-Stalder, A. (2019b): Programming embroidery with turtlestitch. In: *ACM SIGGRAPH 2019 Studio*, 12, 1-2.
- Yadav, A., Gretter, S., Hambrusch, S. & Sands, P. (2016): Expanding computer science education in schools: understanding teacher experiences and challenges. In: *Computer Science Education*, 26(4), 235-254.

Autor:innen

Greifenstein, Luisa

Universität Passau

Innstraße 33, 94032 Passau

luisa.greifenstein@uni-passau.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte:

informatische Bildung im Primarbereich,

Unterstützung der Programmierung

Heuer, Ute, ADin

Universität Passau

Innstraße 33, 94032 Passau

ute.heuer@uni-passau.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte:

Informatikdidaktik und informatische Bildung in der Lehrkräftebildung,

Didaktik der Programmierung

Fraser, Gordon, Prof. Dr.

Universität Passau

Innstraße 33, 94032 Passau

gordon.fraser@uni-passau.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte:

automatisierte Methoden der Programmanalyse,

Feedbackgenerierung für blockbasierte Programmierung

Zwölf Jahre Internetspiel

Abstract

Im Laufe der Jahre sind viele Unterrichtsmaterialien zur Informatik in der Grundschule entstanden. Auch Schulbücher kommen nach und nach hinzu. Die Frage nach der Langlebigkeit und Wiederverwendbarkeit ist für die Akzeptanz und Verbreitung von Materialien für Lehrkräfte sehr relevant, gerade bei Themen der Informatik. Das sog. Internetspiel zeigt den Aufbau und die Funktionsweise des Internets auf und ist mit wenigen Änderungen seit ca. 2010 im Einsatz. Daher will dieser Beitrag die Entwicklung dieses Materials nachzeichnen, das ab 2014 im Projekt *IT2School* der Wissensfabrik als Modul *B2 Internetversteher* bundesweite Verbreitung erlangte. Das seither unter Creative Commons Lizenz verfügbare Material erhielt 2022 einen zweiten Teil mit dem Modul *KI-B2 Im Dialog mit KI*, in dem die Funktionsweise von Sprachassistenten nachempfunden wird. Das Internetspiel wird nicht nur an vielen Schulen eingesetzt, es ist vielerorts auch in der Aus-, Fort- und Weiterbildung von Lehrkräften der Grundschule und der Informatik an weiterführenden Schulen ein fester Bestandteil geworden.

In diesem Beitrag werden Motivation, Entwicklung und Versionsunterschiede im Wandel der Zeit ebenso dargestellt wie die Gründe für die Veränderungen, einige Sackgassen und die Ergebnisse der empirischen Begleitforschung. Es wird damit eine Übersicht über ein Material gegeben, das sich zwar in Details verändert, aber sich in der Grundidee und im Aufbau als sehr stabil und langlebig erwiesen hat. Abschließend versucht der Beitrag allgemeine Leitlinien für die Materialerstellung abzuleiten, die ggf. die Langlebigkeit von anderen Materialien befördern könnten.

1 Einleitung und Motivation

Das Internet gehört zu den wichtigsten Erfindungen des 20. Jahrhunderts. Keine andere Technologie hat bis dahin so viele Menschen miteinander verknüpft. Gerade der veränderte Zugang zu Information, Kultur und zu anderen Menschen sowie der damit verbundene Leitmedienwechsel (Döbeli Honegger 2016) bringt für das Bildungssystem die Herausforderung mit sich, das Internet nicht nur als Unterrichtsmittel und Werkzeug einzusetzen, sondern es als solches auch zum Unterrichtsgegenstand zu machen. So forderte beispielsweise die Enquete-Kommission *Internet und Gesellschaft* bereits 2011 u.a. ein *Grundverständnis vom Aufbau des Internets* (Deutscher Bundestag

2011) als Teil der Medienkompetenz anzusehen. Den Aufbau zu verstehen ist insbesondere wichtig, um Webanwendungen und Clouddienste beurteilen, um Phänomene des Internets einordnen und Probleme selbstständig lösen zu können, ohne auf die Leitung durch Expert:innen angewiesen zu sein (GDSU 2021). Damit ist die Vermittlung des Aufbaus und der groben Funktionsweise des Internets Teil des Bildungsauftrags von Schulen (z. B. NSchG, §2). Die Empfehlungen zu den „Kompetenzen für informative Bildung im Primarbereich“ der Gesellschaft für Informatik enthalten dementsprechend, dass die Schüler:innen „Grundbestandteile des Internets [benennen] und beschreiben, wie Daten im Internet mithilfe fester Verabredungen (Protokolle) übertragen werden“ (Best u. a. 2019, 15). Ähnliche Formulierungen finden sich auch in den Vorgaben verschiedener Länder, beispielsweise im Kerncurriculum Informatik Klasse 5–10 Niedersachsen oder im Bildungsplan für Informatik Klasse 7 in Baden-Württemberg.

Im Folgenden wird in Abschnitt 2 eine fachliche Einordnung der wichtigsten historischen und funktionalen Fakten zum Internet und zum World Wide Web (WWW) vorgenommen, bevor in Abschnitt 3 die Genese des Internetspiels und seine Verbreitung beschrieben wird. In Abschnitt 4 erfolgt eine ausführliche Darlegung der Entstehungsgeschichte, der strukturellen Weiterentwicklungen sowie Gründen für didaktische Anpassungen, Sackgassen und Weiterentwicklungen anderer Autor:innen.

Das Internetspiel war Gegenstand von zahlreichen empirischen Untersuchungen mit und ohne Beteiligung der Originalautor:innen, deren Ergebnisse in Abschnitt 5 zusammengefasst werden. Der Beitrag endet in Abschnitt 6 mit einer Reflexion der Leitlinien, die bei der Entwicklung weiterer Materialien hilfreich waren und weiterhin sein können.

2 Internet und WWW

Die Geschichte des Internets beginnt, je nach dem, was man als Internet wahrnimmt, zu unterschiedlichen Zeitpunkten. Die Infrastruktur, die das Internet in der heutigen Form überhaupt erst ermöglicht hat, wurde 1969 im Rahmen eines Forschungsprojekts der US Air Force als ARPANET entwickelt. Ziel war damals ein ausfallsicheres Kommunikationsnetz, das auch dann weiter funktioniert, wenn einige Teile defekt sind. Hier entstand die Idee einer dezentralen Organisation von vernetzten Computern, die über das Telefonnetz verbunden sind. Dazu wurden Nachrichten in Datenpakete zerlegt und stückweise übertragen und am Ziel wieder zusammengesetzt. Der Weg der Daten wird dabei durch Zwischenstationen (sog. Router) so geregelt, dass viele Wege zum Ziel führen. Über diese Infrastruktur konnten viele Dienste nach dem Client-Server-Prinzip bereitgestellt werden, für die keine durchgehende Leitung benötigt wird.

tigt wird. Einer dieser Dienste ist E-Mail. Auch dort stellt ein Computer den Dienst (Service), bereit und andere Computer können als Kunden (Clients) diesen Dienst nutzen. Den Zugang zu diesem System stellen sog. Provider (meist Telefon- oder Kabelgesellschaften) bereit (vgl. Abb. 1).

Die erste E-Mail wurde schon 1971 verschickt, jedoch erst ab 1984 wurde dieses System auch in Deutschland genutzt. Als wichtigster Internet-Dienst bildet das World Wide Web die Basis für den leichten Zugang zu Information für eine breite Öffentlichkeit. Hier stellen Server Webseiten bereit, die mithilfe von Browsern (als Clients) aufgerufen werden können. Das WWW und der erste Browser wurden 1989 von Tim Berners-Lee am Schweizer Forschungszentrum CERN entwickelt. Der im Januar 1993 veröffentlichte Browser *Mosaic* ermöglichte erstmals die Darstellung von Bildern. Spätestens hier kann die Geburtsstunde des Internets, wie wir es heute kennen, angesetzt werden.

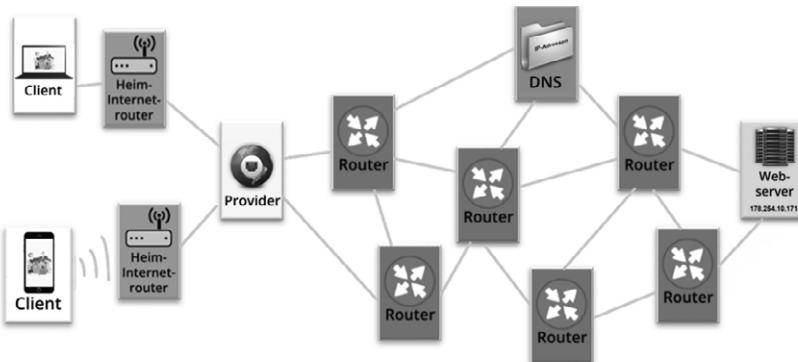


Abb. 1: Aufbau des Internets (Modul B2 – Die Internetversteher; IT2School 2014)

Onlinespiele, Videostreaming, Cloudspeicher, Kurznachrichtendienste und Soziale Netzwerke sind weitere Dienste, die auf derselben Infrastruktur arbeiten wie die frühen Dienste wie E-Mail und WWW. Während früher das Internet auf Telefonleitungen angewiesen war, läuft heute umgekehrt der meiste Telefonverkehr auf der Infrastruktur des Internets.

Dass viele verschiedene Dienste über die gleiche Infrastruktur ihre Daten verschicken können, ermöglicht seit 1983 das sog. Internet-Protokoll (IPv4). Die Computer benötigen dafür Adressen. Diese bestehen ähnlich wie Telefonnummern aus einer Zahlenkombination und heißen IP-Adressen. Seit der IP-Version 6 (IPv6) enthalten sie Hexadezimalzahlen. Das sog. Domain Name System (DNS) übersetzt wie ein Telefonbuch Domainnamen (als wesentlicher Teil von Webadressen) in IP-Adressen.

3 Ursprung und Verbreitung des Internetspiels

Der Aufbau des Internets wurde 1999 erstmals als Sachgeschichte der *Sendung mit der Maus* (WDR 1999) breitenwirksam erklärt. Darin wird der Aufruf einer Webseite nachgezeichnet und Personen übernehmen wichtige Rollen in dem Ablauf: Kunde, Provider, Router, DNS und Webserver. Zusätzlich sind dort Personen mit einem runden Helm unterwegs, die Daten in Umschlägen auf den Wegen transportieren. Dies repräsentiert den Datenfluss durch die Übertragungsmedien. Damit war erstmals Material verfügbar, das Kindern im Grundschulalter den Aufbau des Internets erklärte und die Frage, wie das Internet (im Film im Sinne des WWW) eigentlich funktioniert, beantwortet. Dass eine solche Erläuterung notwendig ist, zeigte 2010 eine Interview-Studie mit 14jährigen (Diethelm & Zumbrägel 2010), in der deutlich wurde, dass die Kinder kaum Vorstellungen zu dem dezentralen Aufbau des Internets besitzen. Stattdessen stellen sie sich meist eine Eins-zu-eins-Verbindung zwischen ihrem Endgerät und dem Server (z.B. für Webseiten oder zur Videoplattform) oder dem Endgerät des Chatpartners vor. Außerdem zeigte die Studie, dass sich viele Schüler:innen das Internet als einen großen Computer vorstellen. Eine andere Studie (Seifert u.a. 2013) fand ebenfalls Vorstellungen von einer großen Zentrale. Sie fand auch, dass Schüler:innen die Suchmaschine Google als eine Art Eingangstor zum Internet empfinden und, dass sie Datensammlung im Internet nicht mit ihrer eigenen Person oder Sicherheit in Verbindung bringen. Mit Blick auf die angestrebte Mündigkeit schränken solche Vorstellungen den wahrgenommenen Gestaltungsspielraum der Internet-Nutzer:innen stark ein. Vor diesem Hintergrund ist das Internetspiel stetig weiterentwickelt worden. Es zielt wie die Sachgeschichte der *Sendung mit der Maus* darauf ab, den Aufbau und die Funktionsweise des Internets aufzuzeigen. Im Internetspiel soll dies handlungsorientiert mit einem Rollenspiel mit Kindern im Grundschulalter geschehen. Darin spielen wie in der Sachgeschichte die Kinder den Aufruf einer Webseite und ihren Weg durch das Internet nach. So übernehmen die Schüler:innen selbst die Rolle etwa des Routers, Providers oder des DNS. Auf diese Weise setzen sie sich aktiv mit den wesentlichen Begriffen auseinander und erfahren, wie Daten von Computern in Netzwerken übertragen werden.

Die altersgemäße Komponente des „Be-greifens durch Handeln“ war schon in den ersten Materialien für dieses Spiel (Version 1) vorhanden, die von der Schulleiterin Sabine Stehno an der Grundschule Nadorst in Oldenburg entwickelt wurde. Später wurde diese Version durch eine Einführungsphase und eine Sicherungsphase ergänzt. Das Material steht seit 2011 online zum Download zur Verfügung (aktuell über www.it2school.de). Für einen größeren persönlichen Bezug wird angeboten, eine personalisierte Form mit Webseiten der eigenen Schule und der echten IP-Adresse generieren zu lassen (<https://it2school.informatik.uni-oldenburg.de/internetversteher>).

Im Zusammenhang mit der Entwicklung des Unterrichtsmaterialpaket *IT2School* im Auftrag der Wissensfabrik e.V. In den Jahren 2014 bis 2016 wurde das Internetspiel zum Modul B2 *Die Internetversteher* weiterentwickelt. Mit dem Modul KI-B2 *Im Dialog mit KI* ist 2022 eine Erweiterung zur Interaktion mit Sprachassistenten entstanden. Inzwischen wird das Material bundesweit innerhalb von vielen Bildungspartnerschaften der Wissensfabrik an Schulen eingesetzt. In den Bundesländern Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz, Schleswig-Holstein und Sachsen wird die Verbreitung durch Kultusministerien in Kooperation mit der Wissensfabrik unterstützt, in Niedersachsen wurde das Modul B2 *Internetversteher* in den Jahren 2017 bis 2019 im Rahmen eines Schulversuchs an 31 Grundschulen eingesetzt (vgl. Abschnitt 4 und 5). Es ist aufgrund der Zahlen für Bildungspartnerschaften der Wissensfabrik, den Downloadzahlen und nach zahlreichen Erfahrungsberichten davon auszugehen, dass inzwischen über 1000 Schulen das Material regelmäßig einsetzen.

4 Entstehungsgeschichte und Weiterentwicklungen

4.1 Zeitliche und strukturelle Entwicklung

Das ursprüngliche Rollenspiel zum Internet wurde jährlich mehrfach in der Grundschule Nadorst in der Turnhalle gespielt. Die Idee der Autor:innen war es, das Spiel und die Materialien so aufzubereiten, dass sie als Handreichung für den Unterricht auch anderen Schulen zur Verfügung stehen. Im Rahmen einer Bachelorarbeit wurde im Sommer 2010 eine erste Version einer Handreichung erarbeitet (Version 1.5). Durch eingeworbene Mittel des Fördervereins GdFF e.V. konnte als zweijähriges studentisches Entwicklungsprojekt das Material zu einer Downloadversion weiterentwickelt und an Schulen der Region das Internetspiel auf Anfrage durchgeführt werden.

In der Erprobung dieser ersten Versionen stellten sich die erarbeiteten Materialien in der Übertragung auf andere Schulen und Lehrkräfte als zu kompliziert heraus, z.B. bei der Verwendung von Schnüren zur Darstellung von Kabeln während des Rollenspiels. Außerdem weckte der bis dahin vorgesehene Gang in die Sporthalle bei den Kindern die Erwartung sich viel bewegen zu können. Tatsächlich bewegen sich aber die Internet-Komponenten nicht. Hierdurch könnten wiederum fachlich falsche Vorstellungen bei den Schüler:innen hervorgerufen werden.

Im Rahmen der Erprobung der ersten Versionen stellt sich die Frage nach einer sinnvollen Darstellung der Kommunikation und Sicherung der Ergebnisse. In der nachfolgenden Version 2 wurde daher ein Sequenzdiagramm (vgl. Abb. 2), in den Mittelpunkt der Sicherungsphase gestellt und das Internetspiel nicht mehr in der Turnhalle, sondern im Klassenraum und ggf. bei Raumbedarf in der Pausenhalle oder Aula durchgeführt.



Abb. 2: Sequenzdiagramm im Internetspiel Version 2.0 (2011) (eigene Darstellung)

Durch dieses Sequenzdiagramm, das auch zur Lernzielkontrolle eingesetzt wird, ist es nun möglich, den Schüler:innen zu verdeutlichen, welche Kommunikationen im Internet beim Aufrufen einer Webseite ablaufen. Diese Version wurde ebenfalls mit weiteren 3. und 4. Klassen erprobt.

Als eine Art Zertifikat und Erinnerung wurde nach den Erprobungen den Kindern ein Button ausgehändigt, der sie als *Internetversteher* deklarierte. Der Button enthielt neben diesem Schriftzug auch viele der Begriffe aus dem Unterricht wie etwa Browser, DNS, Server, Client, Router, IP und WWW. Damit sollte das „Schüler-Ich“ (Witten 2003) gestärkt und die Kommunikation mit Freunden und Familie gefördert werden und helfen, dass sich die Schüler:innen im privaten Umkreis als Expert:innen wahrnehmen (vgl. auch „Abendbrotgesprächsfähigkeit“ nach Diethelm u.a. 2011). Seither besteht die Strukturierung des Materials für eine Doppelstunde aus vier Phasen (vgl. Tab. 1).

Tab. 1: Unterrichtsverlauf (Borowski u.a. 2011)

Phase	Zeit	Didaktisch-methodischer Kommentar	Material
Einstieg	15 Minuten	Sitzkreis: Pappmodell Internet	Pappmodell
Planspiel	25 Minuten	Planspiel an verschiedenen Stationen: Aufruf von der Schulhomepage und einer Seite aus dem Cache	Aufgebaute Stationen
Erarbeitung	25 Minuten	Erarbeitung des Sequenzdiagramms an der Tafel	Tafel, farbige Kreide
Ergebnissicherung	20 Minuten	Erstellung eines Sequenzdiagramms in Zufallsgruppen (ca. 4 Schülerinnen bzw. Schüler pro Gruppe)	Karten zur Gruppenbildung, Arbeitsblatt: Sequenzdiagramm

In der Folge entstand ein Materialenkoffer (vgl. Abb. 3), der außer den bisherigen Schildern, Briefen und Spielanleitungen auch dreidimensionale Papp-Modelle und Fäden enthält, um das Spiel plastischer zu machen, kurze Sequenzen anhand der Modelle zu wiederholen und losgelöst von der Anzahl der Schüler:innen spielen zu können.



Abb. 3: Materialkoffer zum Internetspiel und Einsatz der Pappmodelle, Version 3.0 (2012) (eigene Darstellung)

Dieser Materialkoffer bildete die Ausgangsbasis für die Überführung in OER-Material als Teil des Unterrichtsmaterialpaketes *IT2School* (www.it2school.de, Version 4 und folgende).

4.2 Inhaltliche Entwicklung

Im Laufe der Zeit wurden sowohl bezüglich der Handhabung als auch bezüglich Methodik und Fachdidaktik Veränderungen vorgenommen. Die Figuren mit dreieckiger Grundform können bspw. nicht zusammengefaltet und flach transportiert werden. Diese wurden daher auf die leichter zu faltenden viereckigen Grundformen geändert. So ist nicht mehr ein ganzer Koffer nötig, sondern das Material passt in einen großen Umschlag, eine Mappe oder einen kleinen Karton oder größere Brotdosen. Und in den letzten Versionen seit 2014 ist der Button *Internetversteher* für die Kinder nicht mehr enthalten, da dies mit Kosten und Umständen für die Beschaffung verbunden wäre.

Zur Methodik: Der Einstieg besteht aus der Verdeutlichung des Aufbaus des Internets an einem Modell. Durch den sukzessiven Aufbau ausgehend von den Clients erfolgt eine Aktivierung und Ermittlung des Vorwissens der

Schüler:innen. Die Pappfiguren im Stuhlkreis aufzustellen, ist seit Version 1.5 nach wie vor die präferierte Variante für diesen Einstieg. Aufgrund einiger Rückmeldungen von Lehrkräften aus der Sekundarstufe I wurde überlegt, ob sich nicht auch eine Version entwickeln ließe, die den Sachverhalt z.B. mit magnetischen Teilen an der Tafel darstellt. Auch die Nutzung eines Overhead-Projektors oder einer interaktiven Tafel wurde in Erwägung gezogen und verworfen, da all diese Ansätze zu frontal wären, in vielen Schulen nicht zur Sitzordnung oder Einrichtung passten und durch den Stuhlkreis eine bessere Sicht für alle auf das Modell der Struktur ermöglicht wird.

In der Erarbeitung im Planspiel mit einem Protokollheft erfolgt ein geleitetes, enaktives und vertiefendes Durchspielen des Aufrufes einer Webseite. So wird ein Einblick in die Funktionsweise des Internets, wie also die im Einstieg kennengelernte Struktur arbeitet, gegeben. Dazu wird der Stuhlkreis so umgebaut, dass einzelne Kinder die Rolle der Hauptkomponenten des Internets übernehmen (Client, Provider, Heim-Internetrouter, DNS, Webserver). Entsprechende Karten werden an die Lehne des Stuhls zur Benennung der Station geklebt und dieser so herumgedreht, dass das Schild in die Mitte des Stuhlkreises zeigt. Die übrigen Kinder setzen sich nach Abbau des Pappmodells in die Mitte des Stuhlkreises und bekommen kleinere Rollenkarten für die große Zahl der Router, die das Protokollheft während des Webseitenauf- rufs durch viele Hände weiterleiten.

In einer zweiten Erarbeitungsphase wird an der Tafel mithilfe eines Sequenzdiagramms der Ablauf reflektiert und verschriftlicht. Gleichzeitig ist dies eine propädeutische Einführung der Modellierung von Abläufen und gibt so einen exemplarischen Einblick in informatische Denk- und Arbeitsweisen.

Die Ergebnissichtung erfolgt in zufällig zusammengesetzten Vierergruppen bei zugeklappter Tafel um die Kommunikation der Schüler:innen untereinander über einen informatischen Sachverhalt zu fördern.

Zu fachdidaktischen Fragen: Welche Teile in welcher Rolle mit welcher Bezeichnung im Internetspiel auftreten und welche Funktionalität im Rollenspiel abgebildet und welche (weg-)abstrahiert wird, sind ständig aktuelle Fragen bei der Weiterentwicklung.

In den ersten Versionen war die Person, die die Webseite aufruft (Lisa, als Pendant zu Armin aus der Sachgeschichte) als Pappfigur vertreten. Diese wurde nach wenigen Erprobungen in den allgemeinen Namen „Client“ geändert. Später wurde der WLAN-Router, jetzt Heim-Internetrouter, ergänzt. In dem Modul B2 *Internetversteher* (Version 4) kehrten im Laufe der Jahre auf die Client-Pappfigur zwischenzeitlich Bilder von Menschen zurück (vgl. Abb. 1), um den Zusammenhang zwischen Nutzer:innen und Client zu verdeutlichen. In der aktuellen Version sind diese durch Bilder von Endgeräten (Smartphone, Tablet) ersetzt worden.

Die Repräsentationen der anderen Router, des Providers, der Webserver und des DNS sind seit der ersten Version unverändert Teil des Materials und nehmen wichtige Funktionen im Unterrichtsverlauf ein. In den frühen Versionen 1 bis 3 waren teilweise zusätzlich Cache und oder Proxy-Server enthalten, die sich aber in den Erprobungen als nicht notwendig erwiesen und aus Gründen der Zeitersparnis als Stationen des Rollenspiels entfielen.

4.3 Weiterentwicklungen anderer Autor:innen

Das Projekt *Informatische Bildung und Technik in der Grundschule*: Das niedersächsische Kultusministerium initiierte 2017 das Projekt *Informatische Bildung und Technik in der Grundschule*. Daran nahmen 31 Grundschulen mit mindestens je zwei Lehrkräften und einer bis vier Klassenverbünden teil. Sie wurden von der *Medienberatung des niedersächsischen Landesinstituts für schulische Qualitätsentwicklung* (NLQ) in den Jahren bis 2020 begleitet. Das Projekt sollte Lehrkräfte in die Lage versetzen, im Rahmen des Sachunterrichts einfache informatische Grundlagen zu unterrichten. Dazu wurden von den Medienberater:innen vorhandene Materialien in Teams überarbeitet und von den Lehrkräften für ihren Unterricht angepasst. Das Internetspiel war eines der für den zweijährigen Unterrichtsgang ausgewählten und überarbeiteten Materialien, die auch nach Ende des Projektes noch online zur Verfügung stehen (Riecken o.J.).

In diesem Projekt wurde eine Erweiterung des Internetspiels entwickelt, in der nicht eine Webseite aufgerufen, sondern ein Bild in sozialen Netzwerken verschickt wird. Dazu wird ein Bilderstapel mit vielen Kopien des Bildes weitergegeben und an jeder Station verbleibt eine Kopie. So kann Kindern verdeutlicht werden, warum Dateien wie z.B. Bilder in sozialen Netzwerken wieder nur schwer aus dem Netz zu entfernen sind. (Riecken o.J.). Zu dem Material gehört auch ein Lied über die unangenehme Verbreitung des Bildes, das mit den Kindern gesungen wird. So wird eine emotionale Komponente hinzugefügt und eine Verbindung in den Musikunterricht geschaffen.

Die *Hector Kinderakademien*: Die *Hector Kinderakademien* verstehen sich als Fördereinrichtung für hoch- und höchstbegabte Kinder und erreichen jährlich ca. 23.000 Grundschulkinder in Baden-Württemberg und Hessen. In der Erweiterung der *Hector Kinderakademien* ist dem Internetspiel eine Variante von „Stille Post“ vorangestellt. Die Kinder entwickeln in dieser Version des Internetspiels ein eigenes System zur Nachrichtenübermittlung und Ideen für IP-Adressen und Routing, bevor der tatsächliche Ablauf mit den Originalmaterialien besprochen und die Datenübertagung im Rollenspiel nachempfunden wird. Das Modul *Planet des Internets* der *Hector-Akademien* umfasst in dieser Form zwei Doppelstunden (Hector Kinderakademien 2023).

5 Begleitforschung und Evaluationen

5.1 Auswertung von Kinderfragen

Im Vorfeld der Schulbesuche in 2010 bis 2012 wurden die Kinder nach ihren Fragen rund um das Thema Internet und Computer befragt. Eine ähnliche Befragung fand im Zusammenhang mit der Evaluation des o.g. Projekts in niedersächsischen Grundschulen statt. Dies diente zur Erhebung der Perspektive der Schüler:innen, die in die Weiterentwicklung des Materials einbezogen werden sollte. In Auswertungen der über 2000 Kinderfragen (Borowski u.a. 2016; Gerdes u.a. 2021) sind einige zu finden, die hier als Leitfragen dienen können:

- „Wie passt so eine große Welt in so eine kleine Kiste?“ (Aufbau)
- „Wie funktioniert es?“ (Funktionsweise)
- „Warum gibt es das Internet?“ (Entstehung)
- „Wer hat das Internet erfunden?“ (Erfindung)
- „Gibt es im Weltall auch Internet?“ (Fähigkeit)
- „Sind Handystrahlen gefährlich?“ (Sicherheit)
- „Was muss ich machen, wenn ich eine sichere Seite haben will?“ (Benutzung).

Die Autor:innen (ebd.) kommen in den Auswertungen der verschiedenen Datensätze zu teilweise verschiedenen Fragedimensionen, die sich aber bei den Hauptkategorien der Informatiksysteme (Handy, Internet, Computer, Roboter, Spielekonsole, ...) ähneln. Sie lauten: *Erfindung/Entstehung/Entwicklung, Funktionsweise, Fähigkeit/Können, Aufbau/Herstellung/Bestandteile, Benutzung/Umgang sowie Gesellschaftlicher Hintergrund*. Die Verteilung der Fragen auf diese Kategorien ist auch ähnlich. Sie richten sich in den Kategorien Handy, Roboter und Computer meist auf den Aufbau. Beim Internet liegt der Schwerpunkt der Fragen darauf, wie es entstanden ist und wer es erfunden hat (Gerdes u.a. 2021).

5.2 Auswertung der Sequenzdiagramme

Während der Erprobungsphase in den Jahren 2010 bis 2012 wurden die Sequenzdiagramme der Schüler:innen aus der Sicherungsphase exemplarisch ausgewertet, um einen Einblick in die Wirkung der Doppelstunde zu erlangen. Die Kinder sollten dazu, nach einer gemeinsamen Reflexion des Rollenspiels im Plenum, nun in zufällig gemischten Gruppen von ca. vier Kindern die Schritte des Webseitenaufrufs auf dem Arbeitsblatt zu rekapitulieren (vgl. Abb. 4).

Ein Teil der Arbeitsblätter wurde zwei Untersuchungen unterzogen. Die erste Auswertung ergab, dass (abgesehen von Rechtschreibfehlern) 94 % aller

Arbeitsblätter richtig ausgefüllt wurden, hier insbesondere auch die Kinder die Reihenfolge der Abfragen richtig eingetragen hatten.

Bei der zweiten Untersuchung wurden zwei Klassen zwei Wochen später noch einmal gebeten, wieder in Kleingruppen die Sequenzdiagramme auszufüllen. Hier waren noch 74% aller Arbeitsblätter (abgesehen von Rechtschreibfehlern) korrekt. Daraus kann geschlossen werden, dass die Sicherung mithilfe des Sequenzdiagramms eine wichtige Funktion einnimmt und die Kinder so den Ablauf tatsächlich verstanden haben.

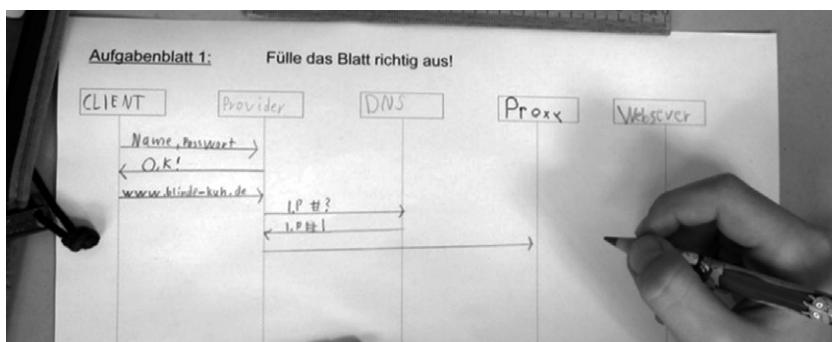


Abb. 4: Schüler:innen füllen das Sequenzdiagramm in der Kleingruppe aus (eigene Darstellung)

5.3 Erhebungen im Projekt *Informatische Bildung und Technik in der Grundschule*

Breiter u.a. (2020) erhielten den Auftrag das o.g. Projekt in Niedersachsen zu evaluieren. Dabei wurden sowohl die Kinder und ihre Eltern als auch die teilnehmenden Lehrkräfte, die anderen Lehrkräfte der beteiligten Schulen und die medienpädagogischen Berater:innen befragt. Außerdem wurde in zwei Fällen der Unterricht zum Internet videografisch ausgewertet. Die Videografie zielte auf die Optimierungsbedarfe des Unterrichtsmaterials, lernförderliche Interaktionen sowie Unterschiede in der Interaktion von Mädchen und Jungen ab (ebd.).

Die Kinder wurden außerdem an zwei Erhebungszeitpunkten nach ihrer Selbsteinschätzung zu ihren Kompetenzen befragt. Die Selbsteinschätzung der Kinder nahm u.a. zum Internet sowie im Querschnittsbereich *Computer und Technik* zu. Insbesondere bei den Mädchen verbesserte sich der Wert der Selbsteinschätzung bezüglich des Internets stark (vgl. Abb. 5). Der Unterricht über die Funktionsweise des Internets erhält daher gerade mit Blick auf die Mädchen besondere Relevanz. Ihre Antwort auf die Frage, ob sie diese Din-

ge schon vorher kannten bzw. wussten, unterscheidet sich im Vergleich aller untersuchten Themengebiete beim Internet am meisten von der Antwort der Jungen (vgl. Abb. 6).

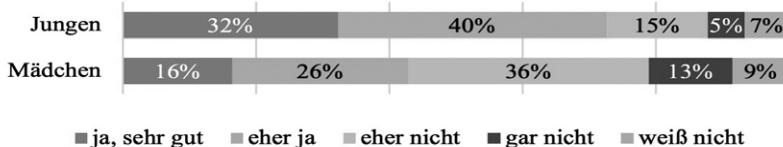


Abb. 5: Zuwächse der Selbsteinschätzung, n = 326 (Breiter u.a. 2020)

Geschlechterunterschiede der Veränderungen von Erstbefragung zur Abschlussbefragung

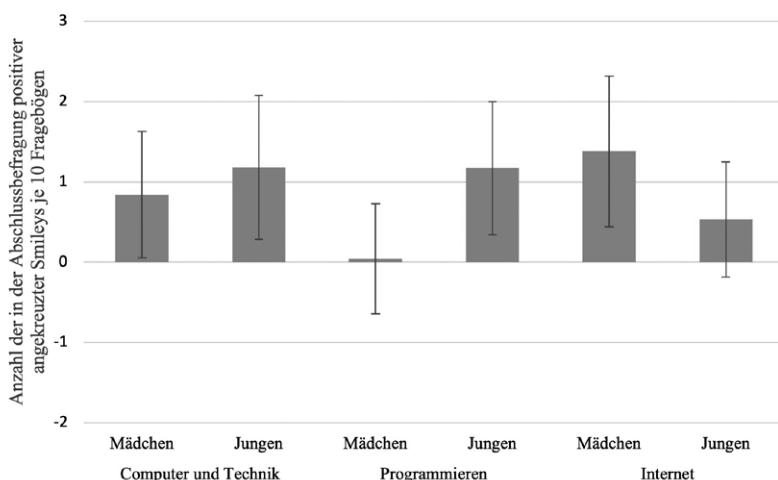


Abb. 6: Selbsteinschätzung Vorwissen in Bezug auf das Internet (Breiter u.a. 2020)

Die Videografie ergab außerdem u.a. folgende wichtige Hinweise (ebd.):

- Die Hinführungsphase mit Pappmodellen sollte möglichst einfach gehalten werden, damit am Ende noch Zeit für die Sicherungsphase bleibt.
- Die Lehrkräfte sollten Hintergrundwissen zur Funktion des Domain Name Systems (DNS) und der anderen zentralen Elemente des Internets besitzen (vgl. Abschnitt 2) und auf mögliche Nachfragen der Kinder (vgl. Abschnitt 5.1) vorbereitet sein.

- Jede Rolle hat spezifische Anforderungen und ist nicht von jedem Kind auszuführen. So sollte die des Heiminternetworkers nur an gute Leser:innen vergeben werden.
- Die Station DNS kann auch von zwei Kindern gemeinsam übernommen werden, um das Notieren der IP-Adressen zu erleichtern.
- Die Durchführung sollte (wie vorgesehen) als Doppelstunde und nicht als zwei Einzelstunden geschehen.
- Die Rollenvergabe beim Rollenspiel sollte bewusst gleichverteilt an Mädchen und Jungen erfolgen. In der Sicherungsphase können ggf. geschlechtergleiche Gruppen gebildet werden. Lehrkräfte sollten dafür sensibilisiert werden, „Geschlechterstereotype zu vermeiden und Mädchen und Jungen bei technischen Themen z. B. gleich häufig dran zu nehmen und die aktiven Rollen im Internetspiel gleichmäßig auf Jungen und Mädchen zu verteilen“ (ebd.).

Bei der Befragung der Lehrkräfte erhielt das Modul *Internetversteher* von allen im Projekt genutzten Modulen die beste Bewertung in Bezug auf das Material und die Kompetenzerwartung (vgl. Tab. 2). Diese Untersuchung (und die vorhandene Verbreitung) bestätigt die gute Handhabbarkeit und wahrgenommene Relevanz des Materials.

Tab. 2: Bewertung der Lehrkräfte zum Modul Internetversteher (Breiter u. a. 2020, 94, Tab. 29)

	Erstbefragung	Abschlussbefragung
Bereitstellung der Modulbeschreibungen und Arbeitsblätter	2,16 (1-4; 25)	1,93 (1-4;30)
Qualität der Modulbeschreibungen und Arbeitsblätter	2,12 (1-3; 25)	2,03 (1-3; 30)
Bereitstellung des Zusatzmaterials (Pappmodell etc.)	1,83 (1-4; 30)	1,90 (1-4; 30)
Qualität des Zusatzmaterials (Pappmodell etc.)	1,92 (1-4; 24)	2,10 (1-4; 30)
Handhabbarkeit des Zusatzmaterials für die SuS	-	2,17 (1-4; 30)
Handhabbarkeit des Zusatzmaterials für mich selbst	-	2,03 (1-4; 29)
Deutlichkeit der Lehr- und Lernziele (Kompetenzerwartungen)	-	2,28 (1-5; 29)
Unterstützung unterschiedlicher Lernwege für die SuS	-	2,52 (1-4;29)

	Erstbefragung	Abschlussbefragung
Einarbeitungszeit für den:die Lehrer:in	-	2,71 (1-5; 28)
Zeitliche Umsetzbarkeit im Rahmen der Unterrichtseinheit	-	2,66 (1-5; 29)
Bezug zur Alltagsrealität der SuS	-	2,25 (1-4; 28)
Bezug zu den Interessen der SuS	-	2,32 (1-5; 28)

Angaben: Durchschnittsnoten (Noten von bis; Anzahl der Befragten)

5.4 Evaluation von *IT2School*

Die jüngste Untersuchung wurde unabhängig von den Originalautor:innen durchgeführt. Ziel der Evaluation der Fachhochschule Südwestfalen im Auftrag der Wissensfabrik war es die Wirkung von *IT2School* auf die Schüler:innen zu untersuchen und Empfehlungen und Implikationen für die weitere praktische Implementierung von *IT2School* auszusprechen (Henkel & Peeters 2022). Henkel und Peeters gingen dazu in einer groß angelegten Fragebogenstudie u.a. dem Kompetenzerleben der Schüler:innen und Lehrkräfte in Rheinland-Pfalz und folgenden Fragen nach:

- „Welche Erfahrungen berichten Schüler:innen und Lehrkräfte bezüglich der Arbeit mit *IT2School* und wie bewerten sie diese?“ (ebd.) sowie
- „Bewirkt die Arbeit mit *IT2School* Änderungen bei Schüler:innen und Lehrkräften in Bezug auf ihr informationstechnologisches Kompetenzerleben ihren alltäglichen Nutzungsumfang im Bereich Informatik/Informationstechnologie und ihre Einstellung zu gesellschaftlich-kulturellen Fragestellungen im Bereich Informatik/Informationstechnologie?“ (ebd.)

Die Ergebnisse zeigen, „dass es nach der Durchführung des *IT2School*-Projektes im Kompetenz-, Anwendungs- und Einstellungserleben der Lehrkräfte einen zum Teil deutlichen Zuwachs gibt. [...] Die deutlichste Veränderung kann dabei im Modul Internetversteher ausgemacht werden“ (ebd.). Bemerkenswert ist auch, „dass die Themen von den teilnehmenden Lehrkräften nicht nur als persönlich interessant wahrgenommen werden, sondern dass überdies eine (weitergehende) Beschäftigung über Themen und Inhalte auch im Alltag angestrebt wird.“ (ebd.). Bezüglich der durch Lehrkräfte wahrgenommenen Geschlechterdisparitäten konnten keine Unterschiede festgestellt werden (ebd.).

Bei der Einschätzung vor und nach Durchführung des Projektes „ergab sich ein statistisch signifikanter Unterschied im Kompetenz-, Einstellungs- und Anwendungserleben der Schüler:innen für das Modul ‚Internetversteher‘“ (ebd.). So erlebten die befragten Schüler:innen für alle drei Skalen eine Verbesserung

nach Projektende. Die Geschlechterdisparitäten, die sich im Kompetenz-, Anwendungs-, Einstellungserleben der Schüler:innen vor dem Unterricht bezüglich des Internets zeigten, waren nach dem Unterricht nahezu ausgeglichen. Die gefundenen Mittelwertunterschiede sind statistisch bedeutsam (ebd.). Somit kann festgestellt werden, dass das Material zum Kompetenzerleben von Kindern insgesamt und besonders bei Mädchen beiträgt, und dass das Material hilft Geschlechterunterschiede auszugleichen.

6 Reflexion

Die Materialien, die angeboten werden, müssen von Lehrkräften immer mit Blick auf genau die nächste Gruppe von Schüler:innen bewertet und ggf. angepasst werden. Diese Arbeit kann kaum ein Unterrichtsmaterial den Lehrkräften abnehmen, auch wenn für Hauptfächer wie Deutsch und Mathematik zunehmend adaptives Unterrichtsmaterial produziert wird. Das hier dargestellte Material zum Internet ist nicht auf Basis einer langen Tradition von fachdidaktischer Forschung entstanden, sondern auf der Basis von Erfahrungen und in einem jahrelangen kontinuierlichen Reflexionsprozess.

Rückblickend können Leitlinien gefunden werden, die geholfen haben, hier den Fokus auf die Sache, die Kinder und die Lehrkräfte zu behalten und die zur Verbreitung des Materials wesentlich beitragen.

- 1) Die Orientierung an einer wichtigen fundamentalen Idee (Schubert & Schwill 2011): Die Vernetzung ist eines von mindestens drei großen Prinzipien der Informatik (neben der Digitalisierung und Automatisierung). Die Auswahl der aktiven Stationen im Rollenspiel beschränkt sich auf die dazu unbedingt nötigen.
- 2) Die Orientierung an der Lebenswelt der Kinder und den darin auftretenden Phänomenen: Kinderfragen wie „Wie passt so eine große Welt in so eine kleine Kiste?“ haben uns geholfen, die Perspektive der Lernenden einzunehmen und das Material auf die Passung zur Antwort auf diese Fragen zu überprüfen, siehe auch Didaktische Rekonstruktion (Diethelm u.a. 2011). Didaktisch gehört auch dazu die Aufbereitung auf enaktiver, ikonischer und symbolischer Ebene (EIS-Prinzip), eine ansprechende Optik der Materialien und die Verwendung von Beispielwebseiten mit einem persönlichen Bezug (in Form der Schulhomepage und einer Kindersuchmaschine).
- 3) Die Orientierung an den Bedürfnissen der Lehrkräfte: Gerade zum Thema Internet liegen sehr unterschiedliche Vorkenntnisse und Einstellungen zum Unterricht in diesem Themenfeld vor (Stoffers 2015). Genau beschriebenes Material, einfache Handhabung, einfacher Transport und wenig Zeitbedarf sind wichtige Kriterien, die uns bei der Entwicklung ständig unterstützt

- haben und die die Lehrkräfteperspektive berücksichtigen (Diethelm u.a. 2011).
- 4) Orientierung an schulorganisatorischen Rahmenbedingungen: Die Infrastruktur ist an vielen Schulen für Lehrkräfte nicht zuverlässig. Unplugged-Materialien bringen eine große Sicherheit mit, weil sie vom Zustand der Schulcomputer oder der Internetanbindung der Schule unabhängig sind. So kann das Internetspiel gut am Anfang des Schuljahres in den Unterricht eingeplant werden, wenn andere Themen Lehrkräften aufgrund der unklaren Infrastruktur keine Planungssicherheit bieten.
 - 5) Die Orientierung an Fortbildungsbedarfen: Da viele Lehrkräfte, die das Material einsetzen, keine ausgebildeten Informatiklehrkräfte sind, sondern Fachfremde, ist eine stetige Arbeit im Bereich der Fortbildung von großer Wichtigkeit. Die Umsetzung von Unterrichtsmaterial in der Schule ist oft erst dann erfolgreich, wenn für das Material niederschwellige Fortbildungen z.B. im Rahmen von allgemeinen Fortbildungstagungen, schulinternen Fortbildungen usw. angeboten werden, die in einen größeren Rahmen eingebunden sind, so dass man auch nebenbei mit diesem Material in Kontakt kommen kann.
 - 6) Orientierung des Fortbildungsdesigns am Prinzip des didaktischen Doppeldeckers: Lehrkräfte unterrichten im Zweifel oft so, wie sie selbst unterrichtet wurden. Daher sind die Fortbildungen zum Internetspiel (und den anderen IT2School-Materialien) immer so aufgebaut, dass die Lehrkräfte zunächst in die Rolle der Schüler:innen schlüpfen und das Spiel selbst durchlaufen.
 - 7) Sicher ließen sich noch mehr Aspekte finden, die zum Erfolg des Materials beigetragen haben. Einer davon ist sicher die Vielzahl von hervorragenden Mitarbeiter:innen in den Projekten und viele, auch unstrukturierte Rückmeldungen, die uns immer noch erreichen. Dafür möchten wir uns an dieser Stelle ausdrücklich bedanken. Unser besonderer Dank gilt außerdem Sabine Stehno von der Grundschule Nadorst und Prof. Dr. Wolfgang Nebel, der die erste Förderung durch die *Gesellschaft der Freunde und Förderer des OFFIS e. V.* (GdFF) anregte, sowie dem Verein *Wissensfabrik e. V.* mit der zugehörigen Projektgruppe und allen Fortbildenden, die zur Verbreitung und Verbesserung des Materials beitragen.

Literatur

- Best, A., Borowski, C., Büttner, K., Freudenberg, R., Fricke, M., Haselmeier, K., Herper, H., Hinz, V., Humbert, L., (federführend) Müller, D., Schwill, A. & Thomas, M. (2019): Kompetenzen für informative Bildung im Primarbereich. Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V.
- Borowski, C., Diethelm, I. & Wilken, H. (2016): What children ask about computers, the Internet, robots, mobiles, games etc. In: J. Vahrenhold & E. Barendsen (Hrsg.): WiPSCE'16: 11. Workshop on Primary and Secondary Computing Education; 13. bis 15. November 2015 Münster. New York: ACM, 72-75.

- Borowski, C., Dehé, M., Hühnlein, F. & Diethelm, I. (2011): Kinder auf dem Weg zur Informatik: Wie funktioniert das Internet? In: M. Weigend, M. Thomas & F. Otte (Hrsg.): Informatik mit Kopf, Herz und Hand. Praxisbeiträge zur INFOS 2011. Münster: ZfL-Verlag, 244–253
- Breiter, A., Diethelm, I., Klockmann, I. & Zeising, A. (2020): Informatische Bildung und Technik in der Grundschule. Abschlussbericht im Auftrag des Niedersächsischen Landesinstituts für schulische Qualitätsentwicklung (NLQ). Online unter: https://www.nibis.de/uploads/nlq-riedl/medienportal/informatische_bildung/NLQ_Abschlussbericht-final.pdf (Abrufdatum: 05.01.2023).
- Deutscher Bundestag (2011): Zweiter Zwischenbericht der Enquete-Kommission „Internet und digitale Gesellschaft“ Medienkompetenz. Online unter: https://www.keine-bildung-ohne-medien.de/wp-content/uploads/2018/02/Zwischenbericht_Medienkompetenz_1707286.pdf (Abrufdatum: 05.01.2023).
- Diethelm, I. & Zumbrägel, S. (2010): Wie funktioniert eigentlich das Internet? – Empirische Untersuchung von Schülervorstellungen. Didaktik der Informatik. Möglichkeiten empirischer Forschungsmethoden und Perspektiven der Fachdidaktik. Bonn: GI.
- Diethelm, I., Koubek, J. & Witten, H. (2011): Informatik im Kontext (InIK) – Entwicklungen, Merkmale und Perspektiven. In: M. Weigend, M. Thomas & F. Otte (Hrsg.): Informatik mit Kopf, Herz und Hand. Praxisbeiträge zur INFOS 2011. Praxisband. Münster: ZfL-Verlag.
- Diethelm, I., Dörge, C., Mesaros, A.-M. & Dünnebier, M. (2011): Die Didaktische Rekonstruktion für den Informatikunterricht. In: M. Thomas (Hrsg.): Informatik in Bildung und Beruf: 14. GI-Fachtagung Informatik und Schule; 12.-15. September 2011 Münster. Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), 77–86.
- Döbeli Honegger, B. (2016): Mehr als 0 und 1. Bern: hep Verlag.
- GDSU (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts) (2021): Positionspapier Sachunterricht und Digitalisierung. 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 05.01.2023).
- Gerdes, J., Daeglau, M. & Diethelm, I. (2021): Kinderfragen: Was Grundschulkinder (immer noch) über Computer, Handy, Internet usw. wissen wollen. 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, 143–152.
- Hector Kinderakademien (2023): Planet des Internets, unveröffentlichtes Kurshandbuch.
- Henkel, J. & Peeters, J. (2022): Evaluationsbericht zum Projekt „IT2School – Gemeinsam IT entdecken“ Fachhochschule Südwestfalen im Auftrag der Wissensfabrik e.V. Online unter: <https://www.wissensfabrik.de/it2school-wirkt-schuelerinnen-und-lehrkraefte-erleben-kompetenz-zuwachs-durch-it2school/> (Abrufdatum: 02.12.2023).
- Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest (2010): KIM-Studie 2010 Kinder + Medien Computer + Internet, Basisuntersuchung zum Medienumgang 6- bis 13-Jähriger in Deutschland. Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest.
- Riecken, M. (o.J.): Informatik und Technik in der Grundschule – Projektdokumentation. Online unter: <https://infgsnds.de> (Abrufdatum: 02.12.2023).
- Schubert, S. & Schwill, A. (2011): Didaktik der Informatik. Heidelberg: Spektrum, Akademischer Verlag.
- Seifert, O., Sauck, T., Schwarzbach, M., Lerch, C., Weinert, M. & Knobelsdorf, M. (2013): „Ich glaube, Google ist so was wie eine Vorhalle des Internets“ – Erste Ergebnisse einer qualitativen Untersuchung von Schülervorstellungen von der Suchmaschine Google. In: N. Breier, P. Stechert & T. Willke (Hrsg.): Informatik erweitert Horizonte: 15. GI-Fachtagung Informatik und Schule; 26.bis 28. September 2013 Kiel. Bonn: GI, 45–56.
- Stoffers, Ana-Maria (2015): Subjektive Theorien von Informatiklehrkräften zur fachdidaktischen Strukturierung ihres Unterrichts. Dissertation. Universität Oldenburg.

Witten, H. (2003): Allgemeinbildender Informatikunterricht? Allgemeinbildender Informatikunterricht? Ein neuer Blick auf H.W. Heymanns Aufgaben allgemeinbildender Schulen. Informatische Fachkonzepte im Unterricht. In: P. Hubwieser (Hrsg.): Informatische Fachkonzepte im Unterricht: 10. GI-Fachtagung Informatik und Schule; 17.bis 19. September 2003 Garching. Bonn: GI, 53–69.

Autor:innen

Diethelm, Ira, Prof. Dr.

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Fk II – Didaktik der Informatik

Ammerländer Heerstraße 114–118, 26111 Oldenburg

ira.diethelm@uni-oldenburg.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte:

Gelingensbedingungen von Informatikunterricht
anhand des Modells der Didaktischen Rekonstruktion,
informatische Bildung im Anfangsunterricht und
in der Lehrkräfte Aus- und Fortbildung,
Entwicklung von Unterrichtsmaterial

Borowski, Christian, Förderschullehrer

Fachseminarleiter für das Fach Sachunterricht (Sonderpädagogik)

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Fk II – Didaktik der Informatik

Ammerländer Heerstraße 114–118, 26111 Oldenburg

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte:

Informatische Bildung im Sachunterricht,
Kompetenzen im Rahmen des Perspektivrahmen Sachunterricht,
Komponenten der Unterrichtsplanung,
Durchführung und Reflexion im Sachunterricht

*Nadine Bergner, Martin Fricke, Ludger Humbert und
Denise Schmitz*

Informatik kommt in die Grundschule

Abstract

Im Zusammenhang mit der sich konkretisierenden Idee, dass Informatik auch in der Grundschule einen Lernort benötigt, wurde im Bundesland Nordrhein-Westfalen durch das Ministerium für Schule und Bildung das Projekt *Informatik an Grundschulen* (IaG) mit der Laufzeit 2015 bis 2019 aufgesetzt.

Die Umsetzung erfolgte durch die Kooperation der RWTH Aachen, der Universität Paderborn und der Bergischen Universität Wuppertal unter Beteiligung des Heinz Nixdorf MuseumsForums in Paderborn. An jedem universitären Standort arbeitete die Fachdidaktik Informatik mit zwei Grundschullehrkräften zusammen, die jeweils für dieses Projekt eine Beauftragung im Umfang einer halben Stelle erhielten. Als Ergebnis wurden drei unabhängig voneinander umsetzbare Informatikmodule zu ausgewählten Gegenständen entwickelt sowie unterrichtspraktisch erprobt. Die Umsetzung konnte erfolgreich evaluiert werden. Der Einsatz im Unterricht erfolgte nach der Durchführung von Lehrkräftefortbildungen, die projekt- und modulspezifisch gestaltet wurden. Die zunächst entwickelten Module standen unter der Maßgabe, dass den Schulen keine Informatiksysteme zur Verfügung stehen. Im Nachgang wurden Erweiterungen entwickelt, die auch den Einsatz von Informatiksystemen ermöglichen.

1 Genese

Ansätze zum Einbezug informatischer Kompetenzen in der Grundschule stehen seit langer Zeit auf der Agenda. Beginnend mit Forderungen nach dem Hauptfach Informatik von Naur (1966) und den dokumentierten Einzelerfahrungen (Mitzlaff 1996) verging einige Zeit bis zur Einführung des alleinstehenden Fachs *Computing* in England ab der ersten Klasse der Grundschule (Berry 2018) sowie der Etablierung des Schulfachs *Medien und Informatik* ab der ersten Klasse der Grundschule in der Schweiz (EDK 2015).

In der Bundesrepublik reifte ab 2013 zunehmend auf der politischen Ebene die Erkenntnis, dass informative Bildung auch in der Grundschule einen Lernort benötigt. Ab diesem Zeitpunkt können verstärkt und unabhängig voneinander Aktivitäten beobachtet werden, die sich der Konkretisierung und der Erprobung von Elementen der Informatik in der Grundschule widmen. Be-

mühungen zur Entwicklung informatischer Kompetenzen bei Schüler:innen berücksichtigen dabei die etablierte Fachstruktur – also beispielsweise den Sachunterricht (z. B. in Nordrhein-Westfalen und Bremen), aber auch Fächer wie Werken oder Technik (z. B. in Sachsen und Schleswig-Holstein) (Nenner & Bergner 2022).

Dem 2015 gestarteten Modellvorhaben *Informatik an Grundschulen* (IaG) im Bundesland Nordrhein-Westfalen fällt hier eine besondere Rolle zu, da drei verschiedene Informatikdidaktikgruppen mit dem Schulministerium, den Bezirksregierungen und konkreten Schulen konstruktiv zusammenarbeiteten und so nicht nur Ideen kreierten, die prototypisch erprobt wurden, sondern ein Gesamtkonzept entwickelten, das erprobt und evaluiert werden konnte.

Der erste wesentliche Unterschied zu anderen Aktivitäten bestand darin, dass hier erstmalig die Informatikdidaktik und die Bildungsadministration vom Schulministerium bis zur konkreten Ebene des Unterrichts landesweit konzeptionell und operativ zusammenarbeitete. Strukturell konnte so eine Kette von den Erkenntnissen auf fachdidaktischer Basis und Vorbereitung über die begleitenden Qualifikationselemente und die iterative Materialentwicklung bis in den konkreten Unterricht realisiert werden. Die schulpraktischen und umsetzungsbezogenen Elemente wurden von Grundschullehrkräften realisiert. Der zweite Unterschied bestand darin, dass in dem Modellvorhaben durch das Ministerium explizit die Nutzung von Informatiksystemen ausgeschlossen wurde. Als Seiteneffekt der kooperativen Arbeitsweise wurden von Beteiligten an dem Modellvorhaben Aktivitäten entfaltet, die als Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik e. V. (GI) für den Primarbereich verabschiedet werden konnten (2019).

Die entwickelten Unterrichtskonzepte, Materialien und notwendigen fachlichen und fachdidaktischen Begleitelemente zur Vorbereitung der Lehrkräfte wurden sorgfältig und nach Abstimmung der beteiligten Institutionen unter einer freien Lizenz veröffentlicht. Sie trugen dazu bei, dass curriculare Erweiterungen bzgl. der zu entwickelnden Kompetenzen in der Grundschule in Nordrhein-Westfalen eingeführt wurden (Mathematik und Sachunterricht). Als weiterer Nebeneffekt wurde der „Medienkompetenzrahmen“ um die Dimension *Modellieren* erweitert.

Darüber hinaus wurden die entwickelten Konzepte als Grundlage zur Entwicklung und Dissimilation der Ergebnisse für die Lehrkräftebildung in der ersten Phase durch Grundschullehrkräfte realisiert. konkrete Studienelemente verfügbar gemacht. Durch die Aufnahme in die Praxisseminarvorbereitungs- und -begleitseminare kann eine Verfestigung der Entwicklung der informatischen Kompetenzen, die Schülerinnen in der Grundschule entwickeln, erreicht werden.

2 Informatikdidaktische Entscheidungen

Im Folgenden werden zuerst die Rahmenbedingungen des Projekts IaG näher erläutert, bevor die thematischen Schwerpunkte wie auch das Gesamtkonzept erläutert werden. Dieser Abschnitt endet mit der Präsentation der angestrebten Kompetenzen der teilnehmenden Grundschulkinder (und damit indirekt auch deren Lehrkräften).

2.1 Bildungspolitische und organisatorische Rahmenbedingungen

Projektpartner des Projekts IaG, das im Zeitraum 8/2015 bis 7/2018 vom *Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen* (MSB NRW) gefördert wurde, waren die RWTH Aachen, die Universität Paderborn und die Bergische Universität Wuppertal. Ferner war das *Heinz Nixdorf MuseumsForum* in Paderborn als außerschulischer Lernort beteiligt. An den universitären Standorten arbeiten jeweils Teams aus wissenschaftlichen Mitarbeiter:innen und Grundschullehrkräften bei der Modulentwicklung zusammen.

Hierzu gehörten die Entwicklung von Lehr-Lern-Materialien, didaktischen Begleitmaterialien für die Grundschullehrkräfte sowie Konzepte und Materialien für die Fortbildungen. Die entwickelten Materialien wurden vom *Ministerium für Schule und Bildung des Landes NRW* unter CC-BY-NC-SA veröffentlicht (MSB NRW 2023). Eine ausführliche Beschreibung wurde von Magenheim u.a. (2018) veröffentlicht.

Konkretes Ziel des dreijährigen Projekts war es, Unterrichtskonzepte zur informatischen Bildung an Grundschulen zu entwickeln, diese im Rahmen des Sachunterrichts an Kooperationsschulen zu erproben und iterativ zu verbessern sowie inhaltlich korrespondierende Lehrkräftefortbildungen zu entwickeln und durchzuführen. Diese mehrtägigen Fortbildungen wurden mit ca. 30 Grundschullehrkräften (jeweils 10 pro Standort) durchgeführt und evaluiert, hierbei wurden die notwendigen fachlichen wie fachdidaktischen Grundlagen bereitgestellt, so dass in mehreren Iterationen sowohl Materialien für die Hand der Schüler:innen als auch jeweils eine modulbezogene Handreichung für Lehrkräfte erarbeitet, überarbeitet und erprobt wurden.

Im Zusammenhang mit der Entwicklung wurde deutlich, dass es einer fachlich-begrifflichen und einer fachdidaktischen Basis bedarf, damit die Umsetzung einen gemeinsamen Horizont aufspannt und so eine gewisse Kohärenz erzielt wird. Dazu wurden auf Alltagsszenarien der Schüler:innen (und Lehrkräfte) beruhende Phänomene auf eine informatische Weise interpretiert (Humbert & Puhlmann 2004). Hierbei kam es zur Verzahnung von informatikdidaktischen Prinzipien und grundschulpädagogischen bzw. sachunterrichts-didaktischen Arbeitsweisen der Orientierung an der Lebenswirklichkeit.

In einer einjährigen Verlängerung des Projekts (8/2018 bis 7/2019) wurden zwei der drei vorhandenen Module methodisch erweitert, so dass diese auch Elemente zum Einsatz von Informatiksystemen beinhalten (siehe Abschnitt 3). Die Erkenntnisse aus dem Projekt IaG dienten darüber hinaus als Grundlage für die Entwicklung von Vorschlägen für eine langfristige Integration informatischer Bildung in den Primarbereich (siehe Abschnitt 4).

2.2 Thematische Schwerpunkte

Inhaltlich macht das Projekt IaG Schüler:innen der dritten sowie vierten Jahrgangsstufen Facetten der Informatik begreifbar und unterstützt sie dabei, ein Verständnis für Informatiksysteme und die Bedeutung von Informatik im Alltag zu entwickeln. Dabei liegt der Fokus nicht auf Nutzungskompetenzen von Informatiksystemen, sondern auf den informatischen Grundkonzepten, wie zum Beispiel der Darstellung von Information, der Verschlüsselung von Daten oder dem Verstehen und Entwickeln von Algorithmen. Es wurden drei Module jeweils von einem der federführenden universitären Projektpartner entwickelt. Jedes der Module beleuchtet einen relevanten inhaltlich-methodischen Schwerpunkt der Informatik, mit einem Bezug zur Alltagswelt der Schüler:innen:

- *Digitale Welt* (Umgang mit Information; Repräsentation, Verarbeitung und Übertragung von Daten) – RWTH Aachen (M₁)
- *Ich habe ein Geheimnis!* (Kryptologie, Einblicke in die Konzepte der Codierung, Verschlüsselung und Entschlüsselung) – Bergische Universität Wuppertal (M₂)
- *Wie funktioniert ein Roboter?* (Erste Schritte zum Algorithmen-Begriff und zur Programmierung) – Universität Paderborn (M₃)

Die universitären Standorte haben mithilfe der mitarbeitenden Grundschullehrkräfte unter Berücksichtigung fachdidaktischer, methodischer und allgemeinpädagogischer Grundsätze gemeinsam das Konzept und die Materialien für die Hand der Lehrkräfte und Schüler:innen entwickelt. Die Grundschullehrkräfte haben in mehreren Erprobungsschleifen, auch standortübergreifend, die Materialien aller Module ausprobiert und Überarbeitungsbedarfe herausgearbeitet, um die drei Module in ihrer Qualität zu verbessern. Für die Umsetzung der Module in der Schule wird jeweils ein zeitlicher Rahmen von ca. 6 bis 8 Unterrichtsstunden zugrunde gelegt.

2.3 Didaktisch-methodisches Konzept

Die didaktisch-methodische Ausgestaltung der Module folgt dem Prinzip des *entdeckenden Lernens*. Dabei kommt dem *Explorieren* sowie dem *Ausprobieren* und dem *Gestalten* im Unterricht die Funktion zu, ein fachlich bedeutsames Informatikkonzept über die enaktive Ebene allen Schüler:innen zugänglich zu

machen. Kreative Gestaltungselemente und problemorientierte Lernsettings unterstützen diesen handlungsorientierten Ansatz ohne den Einsatz von Informatiksystemen.

Die Module sind unabhängig voneinander gestaltet, so dass die unterrichtliche Umsetzung in beliebiger Reihenfolge und unabhängig von der technischen Ausstattung der Schulen erfolgen kann. Ferner soll eine evtl. unterschiedlich ausgeprägte Technikaffinität der Kinder möglichst wenig Einfluss auf den Lernerfolg haben.

2.4 Angestrebte Kompetenzen

Für den Primarbereich müssen die von den Schüler:innen zu erwerbenden Kompetenzen so gestaltet sein, dass die adressierten informatischen Gegenstände und Fachmethoden konkrete Bezüge zu ihrer Lebenswelt aufweisen und mit dem altersgemäßen kognitiven bzw. Abstraktionsniveau übereinstimmen. Entsprechend der „Empfehlung für Bildungsstandards für den Primarbereich“ der GI (2019) beziehen sich die Kompetenzerwartungen in den drei Modulen auf beobachtbares Handeln von Schüler:innen (Prozesse), das sich in einem informatischen Handlungskontext (Inhalte) konkretisiert.

Eine Übersicht zu den in den drei Modulen schwerpunktmäßig adressierten Kompetenzbereichen liefert die Abbildung 1. Ferner werden auch überfachliche Ziele angestrebt, wie Motivierung und Interessewecken an Informatik, Kommunikations- und Kooperationsfähigkeit sowie Selbstwirksamkeit in technisch-informatisch geprägten Handlungskontexten.

Inhalte	Prozesse	1. Modellieren und Implementieren	2. Begründen und Bewerten	3. Strukturieren und Vernetzen	4. Kommunizieren und Kooperieren	5. Darstellen und Interpretieren
1. Information und Daten	$\checkmark M_3$	$\checkmark M_{1,3}$		$\checkmark M_1$		
2. Algorithmen		$\checkmark M_{2,3}$	$\checkmark M_2$		$\checkmark M_{1,2,3}$	
3. Sprachen und Automaten				$\checkmark M_3$		
4. Informatiksysteme		$\checkmark M_1$		$\checkmark M_1$		
5. Informatik, Mensch und Gesellschaft			$\checkmark M_2$		$\checkmark M_2$	

Abb. 1: Schwerpunkte der in den Modulen (M_n) vom Projekt IaG adressierten Kompetenzen zu den Inhalts- und Prozessbereichen der GI (Magenheim u.a. 2018)

3 Umsetzung in Form von Modulen

Im Folgenden werden die drei im Rahmen des Projekts IaG entwickelten Module *Digitale Welt*, *Kryptologie* und *Robotik* kurz dargestellt. Für einen tieferehenden Einblick siehe Magenheim u.a. (2018) und für die konkreten Materialien <https://iag.nrw.de> (MSB NRW 2023). Die Materialien stehen unter CC-BY-NC-SA Lizenz.

3.1 Modul *Digitale Welt*

Modulbeschreibung und Kompetenzen

Ziel des Moduls ist es, Grundschullehrkräfte in die Lage zu versetzen, gemeinsam mit ihren Schüler:innen unsere von Informatiksystemen durchdrungene Welt zu erkunden und deren Funktionsprinzipien zu verstehen. Die Materialentwicklung wie auch die Fortbildungen fanden an der RWTH Aachen in Kooperation mit dem Schülerlabor *InfoSphere* (<https://schuelerlabor.informatik.rwth-aachen.de/>) statt. Im Modul *Digitale Welt* soll der Umgang mit Daten grundlegend verstanden werden. In den Unterrichtseinheiten werden typische Alltagsfragen von Kindern, wie beispielsweise „Wie kann ein Computer viele Tausend Fotos speichern?“ oder „Wie passt ein Video durchs Kabel?“ beantwortet. Abstrakte Informatikkonzepte (wie die Digitalisierung von Daten) werden durch Hands-On-Materialien (z.B. an- und ausgeschaltete Glühbirnen) verdeutlicht und dadurch für die Kinder erlebbar. Als Grundlage der digitalen Datenspeicherung und -übertragung bildet die Binärdarstellung von digitalen Daten das verbindende Element dieses Moduls.

Im Verlauf des Moduls *Digitale Welt* erwerben die Kinder folgende Kompetenzen: Sie...

- beschreiben ihren persönlichen Umgang mit Informatiksystemen,
- erläutern das Prinzip der Dateneingabe und der Datenübertragung,
- begründen die Einschränkung auf die Zustände Strom an und Strom aus,
- erklären, wie Information in digitale Daten umgewandelt werden kann,
- führen die Umwandlung von Dezimalzahlen und Buchstaben in Binärzahlen wie auch in umgekehrter Richtung durch und
- erläutern die Notwendigkeit von Fehlererkennungsmechanismen bei der Datenübertragung.

Ziel ist, dass die Kinder ein grundlegendes Verständnis für die Funktionsweise von Informatiksystemen und deren Vernetzung aufbauen.

In den Fortbildungen lernen die Grundschullehrkräfte über die Unterrichtsinhalte hinaus weitere Aspekte der Datenübertragung (wie z.B. den Zweck und Aufbau von IP-Adressen) kennen und erkunden Umsetzungen der vermittelten Konzepte mit Informatiksystemen, wie z.B. Datenübertragungen mit

den Übertragungsarten simplex (Nutzung einer Computer-Maus), halbduplex (Gegensprechanlage) oder duplex (Telefonat).

Umsetzung

Die Unterrichtsreihe ist für eine Einführungsstunde und drei weitere Einheiten (á 90 Minuten) ausgelegt. Dabei wird ein Alltagsbezug über QR-Codes hergestellt, welche den Kindern häufig im privaten Bereich begegnen. Im Fokus stehen die Binärdarstellung und die Übertragung von Daten, wodurch die Kinder die grundlegende Arbeitsweise eines vernetzten Informatiksystems kennenlernen.

— Unterrichtseinheit 0: Einführung

Die Einheit beginnt damit, dass die Lehrperson mit einer App einen QR-Code ausliest. Ausgehend davon erstellen die Kinder eine Mindmap zu ihren Vorerfahrungen, Vorkenntnissen und Fragen zum Thema Informatik. Anschließend betrachten die Kinder den QR-Code genauer. Dafür wird er mit einem Raster unterlegt, so dass sichtbar wird, dass der Code aus schwarzen und weißen Quadraten besteht. Zum Schluss der Stunde dürfen die Kinder vorbereitete QR-Codes schwärzen und deren Daten von der Lehrperson auslesen lassen. Die binäre Darstellung ist die Grundlage für alle weiteren Unterrichtseinheiten.

— Unterrichtseinheit 1: Binärdarstellung

Den Kindern wird verdeutlicht, dass die Darstellung von Ziffern als QR-Code sehr aufwendig ist, wodurch die Struktur der Binärzahlen motiviert wird. Die Kinder lernen: Um eine Dezimalzahl mit zwei Zuständen darstellen zu können, braucht man zwei Zustände (Strom an/Strom aus) und eine Struktur (Reihenfolge). Als Sicherung kann die Lehrkraft mit den Kindern ein *Binärbingo* spielen: Auf einem 3x3 Feld werden die Bingo-Zahlen (0 bis 15) mit Hilfe von laminierten gemischten Bildkarten zufällig gezogen (MSB NRW 2019, 61).

— Unterrichtseinheit 2: Datenübertragung

Als Einstieg dient eine CodeTabelle mit fünfstelligen Binärzahlen, die alle Buchstaben im Alphabet und das Leerzeichen darstellt. Die Kinder werden aufgefordert, mittels Karten mit einer an- bzw. auf der Rückseite ausgeschalteten Glühbirne, Buchstaben zu codieren. Hierbei geschieht der Transfer von Strom an/aus zu 0/1. Im weiteren Verlauf der Stunde codieren die Kinder selbst Textbotschaften, verschicken diese und decodieren erhaltene Botschaften. Dazu bekommen sie einen „Papierlaptop“ (siehe Abb. 4). Um die Datenübertragung zu simulieren, versenden die Kinder die binärcodierten Botschaften. Zum Abschluss der Stunde werden mögliche Probleme (z. B. Fehler in der Codierung) besprochen und auf reale Systeme (z. B. Videostreaming) übertragen.



Abb. 4: Papierlaptop (eigene Darstellung mit Material von MSB NRW 2023)

— Unterrichtseinheit 3: Fehlererkennung

Die letzte Unterrichtseinheit greift die Probleme bei der Datenübertragung auf und befasst sich mit möglichen Übertragungsfehlern. Die Relevanz des Problems wird den Kindern durch Übertragung auf eine Maschinen- oder Robotersteuerung vermittelt. Die Funktion eines Prüfbits wird mit den Kindern erarbeitet. Anschließend schicken die Kinder einen Roboter mittels Programmierbefehlen durch ein Labyrinth und finden dabei heraus, wo Übertragungsfehler aufgetreten sind. Abschließend erstellen sie eigene Labyrinthe und schreiben ein kleines Programm.

Über diese vier Einheiten erkunden Grundschulkinder mit hohem Aktivitätsanteil die grundlegende Funktionsweise vernetzter Informatiksysteme hinsichtlich Datenspeicherung, -übertragung und Fehlererkennung.

3.2 Modul Kryptologie – Ich habe ein Geheimnis!

Modulbeschreibung und Kompetenzen

Das Modul beschäftigt sich mit den Themenfeldern Steganographie, Codierung sowie Ver- und Entschlüsselung. Dabei werden die GI-Inhaltsbereiche *Information und Daten* und *Algorithmen* adressiert. Folgende Kompetenzen können im Rahmen der Beschäftigung mit dem Modul von Lernenden erworben werden. Die Schüler:innen ...

- beschreiben ihren persönlichen Umgang mit (vernetzten) Informatiksystemen,
- beschreiben Analogien sowie Unterschiede zwischen der realen und der digitalen Welt,
- erläutern gegebene Algorithmen,
- führen Algorithmen schrittweise aus,
- analysieren und entwerfen Algorithmen zur Verschlüsselung von Nachrichten (Daten),
- „knacken“ verschlüsselte Nachrichten mit Hilfe eines bekannten Verfahrens und
- erarbeiten und nutzen eine Methode zur systematischen Entschlüsselung von verschlüsselten Nachrichten (Daten).

Im Rahmen der Fortbildung zum Modul erprobten und bewerteten die Lehrkräfte verschiedene kryptologische Verfahren. Anschließend wurden methodisch-didaktische Entscheidungen zur Aufbereitung der Materialien im eigenen Unterricht getroffen.

Umsetzung

Das Modul folgt den Prinzipien des entdeckenden und problemlösenden Lernens. Die Schüler:innen erleben die einzelnen Unterrichtseinheiten in Form von Storytelling durch die Protagonist:innen Alice und Bob sowie deren Antagonistin Eve per Brief mit ergänzenden Hinweisen und Materialien.

— Unterrichtseinheit 0: Einführung

Dem Modul vorangestellt ist eine beispielhafte Einstiegsstunde zu Informatik in der Lebenswirklichkeit: In einem „imaginären“ Rundgang durch den Supermarkt entdecken die Schüler:innen informative Phänomene, z. B. an der Supermarktkasse (Warteschlange, Barcodes auf Artikeln, Kasse als Informatiksystem, ...).

— Unterrichtseinheit 1: Steganographie Verbergen von Nachrichten

Anhand von eigenen Ideen und alltagsnahen Beispielen lernen die Schüler:innen exemplarisch das Verfahren des Verbergens kennen und erproben es handlungsorientiert. Dafür nutzen sie z. B. Geheimstifte, deren Text zunächst unsichtbar ist. Ihnen werden außerdem historische Beispiele wie u. a. die Wachstafel aufgezeigt, auf der ein geheimer Text unter der Wachsschicht verborgen werden kann. Anschließend bewerten sie die Verfahren in unterschiedlichen Ausprägungen.

— Unterrichtseinheit 2: Codierung Der Freimaurercode (sowie optional Codes sind überall)

Die Schüler:innen lernen ein Codierungsverfahren anhand eines kodierten Textes und einer Code-Tabelle kennen, sie dekodieren und kodieren Nach-

richten und bewerten das Verfahren in Abgrenzung zur Steganographie. Sie nutzen Fachsprache zur Beschreibung einer Handlungsanweisung für die Nutzung einer Codierung.

— Unterrichtseinheit 3: Transposition *Die Skytale*

Die Schüler:innen versuchen per Brute-Force eine mit Hilfe einer Skytale (siehe Abb. 5) verschlüsselten Nachricht zu knacken. Dafür probieren sie alle möglichen Schlüssel bzw. in diesem Fall verschiedene dicke Skytalen aus, bis die richtige Skytale gefunden wird. Sie nutzen hierzu Rundhölzer und Papierstreifen. Sie verschlüsseln anschließend eigene Texte und versuchen solche zu entschlüsseln. Sie bewerten das Verschlüsselungsverfahren und beschreiben sprachlich einen entsprechenden Algorithmus.

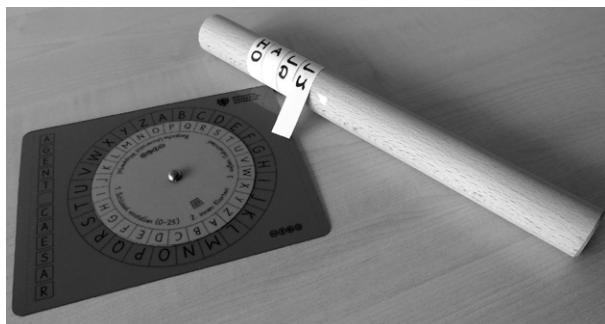


Abb. 5: Beispiel einer Caesar-Scheibe (l.) und einer Skytale (r.) (eigene Darstellung mit Material von MSB NRW 2023)

— Unterrichtseinheit 4: Substitution

Caesar Verschlüsselung mit Code-Scheibe

Die Schüler:innen lernen mithilfe einer Caesar-Code-Scheibe (siehe Abb. 5) ein weiteres Verschlüsselungsverfahren kennen, ent- und verschlüsseln Nachrichten, beschreiben ihr Handeln und bewerten die Komplexität und Sicherheit des Verfahrens.

— Unterrichtseinheit 5: Informatik in der Lebenswirklichkeit

Verschlüsselung im Alltag

Die Schüler:innen betrachten alltägliche Situation in der Kommunikation von und mit Informatiksystemen und diskutieren die möglicherweise eingesetzten Verschlüsselungsverfahren, z. B. bei Messenger-Kommunikation oder Online-Shopping.

Methodische Erweiterung: Caesar-Verschlüsselung knacken

Im Nachgang der Projektlaufzeit wurde für das Modul *Kryptologie* ein Erweiterungsmodul entwickelt, wodurch eine Integration von Informatiksystemen realisiert wurde. Dabei kann eines von drei TeilmODULEN gewählt werden. Die Schüler:innen bekommen einen Brief vom Protagonisten Bob mit einer durch das Caesar-Verfahren verschlüsselten Nachricht ohne einen dazugehörigen Schlüssel. Nun sollen sie die Nachricht knacken. Dies können sie anhand der bekannten Unterschrift „Bob“. Die TeilmODULE sind so ausgelegt, dass sie sich konkret auf das Knacken des Schlüssels und nicht dem darauffolgenden Entschlüsseln beziehen, da dieses bereits in den vorherigen Stunden eingeübt wurde.

- *TeilmODUL 1 – ohne Informatiksystem:* Die Schüler:innen ermitteln mithilfe der Caesar-Scheibe und der bekannten Unterschrift den Schlüssel. Dabei können sie bis zu drei Tippkarten nutzen. Ist der Schlüssel richtig, erhalten sie die entschlüsselte Nachricht von einer Kontakterson.
- *TeilmODUL 2 – mit dem Calliope Mini:* Die Schüler:innen ermitteln mithilfe der Caesar-Scheibe, der bekannten Unterschrift und ggf. den Tippkarten den Schlüssel. Der herausgefundene Schlüssel wird in den Calliope Mini eingegeben, woraufhin dieser bei richtigem Schlüssel die gesamte Nachricht ausgibt. Die Calliope Mini werden als Werkzeug eingesetzt und müssen von diesen nicht programmiert werden.
- *TeilmODUL 3 – mit einem Webbrowser:* Der Brief von Bob wird per Internetseite (<http://uni-w.de/1qs>) ausgegeben. Auf dieser Seite ist ebenfalls die geheime Nachricht, eine digitale Caesar-Scheibe sowie drei aufdeckbare Hinweise zu finden. Die Schüler:innen knacken den Schlüssel und geben ihn direkt auf der Webseite ein. Wenn der Schlüssel richtig eingegeben wurde, wird die Nachricht decodiert angezeigt.

3.3 Modul Robotik – Wie funktioniert ein Roboter?

Modulbeschreibung und Kompetenzen

Am Standort Paderborn wurde das Modul *Wie funktioniert ein Roboter?* entwickelt. Den Schüler:innen wird durch dieses Modul ein Einblick in die Welt der Informatiksysteme und ihrer Programmierung gegeben. Als beispielhaftes Informatiksystem wird hier der Roboter verwendet, da viele Kinder Roboter bereits aus ihrer Lebenswirklichkeit kennen (z. B. Spielzeuge, Saugroboter).

Am Beispiel des Roboters lernen die Schüler:innen das EVA-Prinzip kennen, welches für Eingabe, Verarbeitung und Ausgabe steht und den grundsätzlichen Aufbau von Informatiksystemen beschreibt. Sie lernen spielerisch, dass ein Roboter nur auf Befehle reagieren kann, die er „kennt“. Im Verlauf des Moduls programmieren die Schüler:innen mit einfachen Programmbausteinen.

nen und Befehlen (inkl. Parameter und Schleifen) einen (selbstgebastelten) Roboter (siehe *Puzzlestücke* in Abb. 6).

Die freie Arbeit mit einer Aufgabensammlung ermöglicht es, dem unterschiedlichen Leistungsstand der Schüler:innen gerecht zu werden, und durch Ausprobieren und Experimentieren die Erstellung von Algorithmen zur Steuerung eines Informatiksystems als wichtiges Konzept der Informatik kennen und verstehen zu lernen.

Im Modul sollen die Schüler:innen u.a. die folgenden Kompetenzen erwerben. Sie...

- erklären, dass ein Roboter präzise Befehle als Eingabe benötigt,
- benennen und formulieren präzise Handlungsvorschriften,
- interpretieren Handlungsvorschriften sowie -abläufe korrekt und führen sie schrittweise richtig aus,
- ordnen Bestandteile eines Roboters der Eingabe, der Verarbeitung und der Ausgabe zu und
- erläutern Verbindungen zwischen den Themen der Unterrichtseinheit Robotik und ihren Alltagsvorstellungen.

Im Rahmen der Fortbildung zum Modul erprobten und bewerteten die Lehrkräfte die bereitgestellten Materialien der Einführungs- und Vertiefungsphase und bereiteten das Material für die eigene Unterrichtsumsetzung auf.

Umsetzung

Das Modul gliedert sich in zwei Teile. Zunächst findet eine Einführung in die Thematik statt. Anschließend folgt die Programmierung des Roboters mit steigendem Komplexitätsgrad.

— Einführungsphase

Die Einführung in die Unterrichtseinheit geschieht über Roboter und die Frage, wie diese funktionieren. Die Schüler:innen berichten dabei aus ihren Alltagserfahrungen. Es wird erarbeitet, dass ein Roboter eindeutige Anweisungen benötigt. Darüber hinaus lernen die Schüler:innen das EVA-Prinzip als grundlegendes Prinzip der Datenverarbeitung kennen.

— Vertiefungsphase

Im weiteren Verlauf des Moduls wird die Programmierung des Roboters eingeführt und grundlegende Programmierkonzepte erarbeitet (vgl. MSB NRW 2019, 152ff). Anhand eines Forscherheftes lösen die Schüler:innen gemeinsam mit dem Roboter unterschiedliche Aufgaben, wie das Finden eines Blumentopfes auf dem Spielfeld. Als Unterstützung können die Lernenden ihre Programme zunächst mit Puzzlestücken legen, wie in Abbildung 6 zu sehen. Im Forscherheft müssen auch vorgegebene Programme nachvollzogen wer-

den. Auf diesem Weg lernen die Schüler:innen die grundlegenden Konzepte von Programmiersprachen wie Parameter, Bedingungen und Schleifen kennen. Das Forscherheft stellt grundsätzlich unterschiedliche Formate bereit, wie z.B. Laufzettel, Multiple-Choice und offene Aufgaben (siehe Abb. 6). Es wechseln sich somit im Unterricht Selbststeuerungs- und Instruktionsphasen für die Lernenden ab. Die Lehrkraft gestaltet den Lernprozess entsprechend der Bedarfe der Lerngruppe.

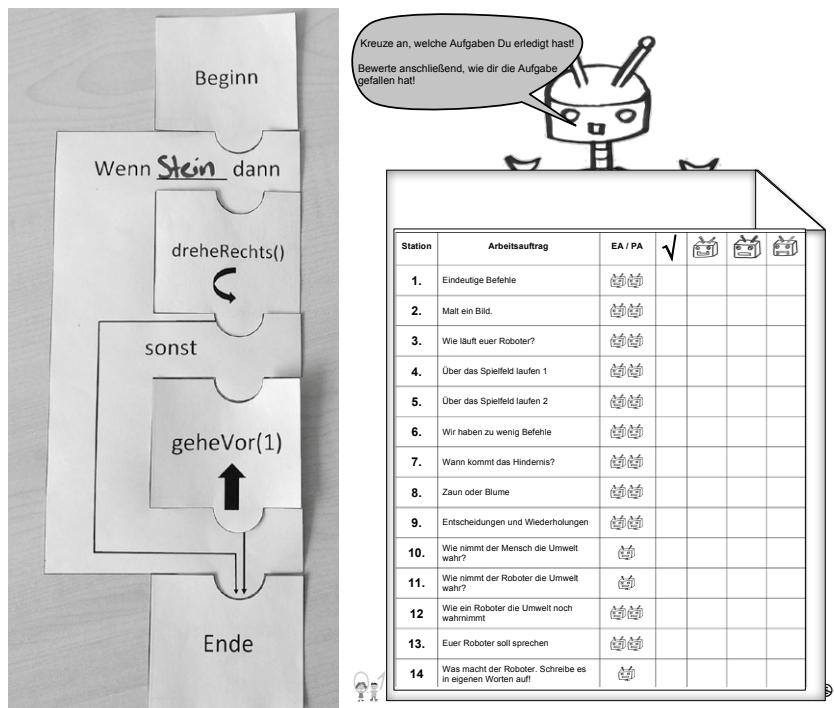


Abb 6: Puzzlestücke für Programmabläufe (l.); Übersicht über Aufgaben des Forscherhefts (r.) (l. eigene Darstellung mit Material von MSB NRW 2023; r. MSB NRW 2023)

Methodische Erweiterung: Aufbau von Informatiksystemen

Durch das Zusatzmodul kann eine Integration von Informatiksystemen realisiert werden. Zwei Szenarien sind je nach Ausstattung der Schule möglich:

- **Möglichkeit 1 – mit dem Computer:** Die Unterrichtsreihe *Ein Besuch im Computer* thematisiert den Aufbau eines Informatiksystems. Sie kann z.B. als Verbindung zwischen den IaG-Modulen *Wir funktioniert ein Roboter?* und

Digitale Welt genutzt werden. In den fünf Unterrichtseinheiten sollen die Schüler:innen neben informatisch-technischen Aspekten auch kritisch auf die Verwendung von Informatiksystemen schauen. In der ersten Unterrichtseinheit wird dafür die Vielfalt der Informatiksysteme aufgezeigt. In der zweiten sowie dritten Einheit wird der Aufbau und die Kommunikation innerhalb eines Informatiksystems nachvollzogen. Einheit vier vertieft Teile des Moduls *Digitale Welt*, indem auf das Grundprinzip einer Digital-schaltung eingegangen wird. Den Abschluss bildet eine Erarbeitung und Diskussion zum Einsatz und der Relevanz von Informatiksystemen (auch hinsichtlich künstlicher Intelligenz).

- *Möglichkeit 2 – mit dem Ozobot:* Die Unterrichtsreihe *Roboter verstehen, gestalten und beurteilen* ermöglicht den Einblick in den Aufbau und die Funktionsweise von Informatiksystemen anhand des Roboters Ozobot. Sie kann in Verbindung oder Alternative zum IaG-Modul *Wie funktioniert ein Roboter?* genutzt werden. In fünf Unterrichtseinheiten wird der Aufbau des Roboters aufgezeigt und mit seiner Hilfe Probleme gelöst. Die Schüler:innen erarbeiten in der ersten Unterrichtseinheit enaktiv, dass Roboter eindeutige Befehle benötigen. In der zweiten experimentell ausgelegten Unterrichtseinheit erproben die Schüler:innen die Funktionsweise des Ozobots, worauf sie in der dritten Einheit Hypothesen zur Konstruktion aufstellen. Diese werden dann mit dem EVA-Prinzip in Verbindung gebracht. Die Schüler:innen lösen in der vierten Unterrichtseinheit selbstständig Probleme anhand verschiedener Problemstellungen und lernen die Programmierbausteine für den Ozobot kennen. In der abschließenden fünften Unterrichtseinheit entwerfen sie eigene Weiterentwicklungen des Ozobots und diskutieren kritisch über z. B. Probleme und Einsatzmöglichkeiten von Robotern.

4 Nachhaltige Effekte und parallele Entwicklungen

Aufgrund der Relevanz, Informatik in die Grundschule zu integrieren, werden mittlerweile unterschiedliche Lehr-Lern-Konzepte an verschiedenen Standorten realisiert. Insgesamt gibt es auch bildungspolitisch starke Zustimmung zur umfassenden Informatikbildung. Einige der daraus folgenden Projekte nutzen dabei die entstandenen Konzepte, Materialien oder Strukturen des IaG-Projektes in unterschiedlicher Weise. Andere stehen zwar nicht im direkten Zusammenhang mit dem IaG-Projekt, verfolgen aber das gleiche Ziel. Die folgende Auflistung stellt eine beispielhafte Zusammenstellung dieser Projekte sowie ggf. deren Zusammenhang mit dem IaG-Projekt dar:

- Im Verbundprojekt *Informatische Bildung als Perspektive des Sachunterrichts im Praxissemester (2020-2022)* wurde – im Unterschied zum IaG-Projekt – eine Umsetzung für die erste Phase der Lehrkräftebildung (Studium) reali-

siert. Dafür kooperierten Mitarbeitende der Didaktik des Sachunterrichts und der Didaktik der Informatik an der Universität Münster, der Universität Duisburg-Essen sowie der Bergischen Universität Wuppertal. In praxisnahen Seminaren entwickelten angehende Lehrkräfte des Lehramts für Grundschule sowie Sonderpädagogik informatische Kompetenzen und erfuhrten Umsetzungsmöglichkeiten informatischer Bildung. Die Möglichkeiten konnten innerhalb der Praxiselemente erprobt und an die betreuenden Lehrkräfte der Praxisschule weitergegeben werden. Für die entwickelten Materialien wurden u.a. die IaG-Materialien zur Kryptologie und Robotik genutzt und weiterentwickelt. Dabei wurden ebenfalls Handreichungen für Lehrkräfte entwickelt, die sich strukturell und inhaltlich an den IaG-Handreichungen orientieren. Alle Materialien sind frei verfügbar und stehen zur Nachnutzung bereit (Kuckuck u.a. 2022).

- Alexander Best, der zeitweise im Verbundprojekt *Informatische Bildung als Perspektive des Sachunterrichts im Praxissemester* beschäftigt war, beforschte für seine Dissertation Vorstellungen von Grundschullehrkräften zu Informatik und Informatikunterricht. Er fand heraus, dass die Vorstellungen einen direkten Einfluss auf den Lehr-Lernprozess sowie das von den Schüler:innen entwickelte Bild der Informatik aufweisen. In seiner Forschung wird deutlich, dass fehlende fachliche Kompetenzen in Informatik von Grundschullehrkräften häufig dazu führen, dass Aspekte der Medienpädagogik herangezogen werden (Best 2020).
- Unter anderem aufbauend auf den Ergebnissen des IaG-Projektes wurde von 2019 bis 2023 an der TU Dresden das Teilprojekt *Integration informatischer Bildung in die Grundschule* im Projekt *TUD-Sylber*² umgesetzt. Zur Qualifizierung (angehender) Grundschullehrkräfte wurden Veranstaltungen konzipiert, pilotiert, regelmäßig angeboten und beforscht. Es wurde ein Einstiegs-Workshop (90 bis 270 Minuten) zu informatischer Bildung in der Grundschule – mit und ohne Computer sowie ein vertiefendes Seminar mit hohem Praxisanteil zum Entwickeln und Erproben eigener informatikspezifischer Unterrichtseinheiten für Grundschullehramtsstudierende entwickelt. Dabei entstand ein frei zugänglicher Online-Kurs. Mehr Details zum Projekt finden sich bei Bergner und Nenner (2023). Die begleitende Forschung zu den informatischen Fach- und Vermittlungskompetenzen der angehenden Lehrkräfte finden im Rahmen der Dissertation von Christin Nenner statt, siehe Nenner (2022).
- Zeitgleich und in enger Verzahnung mit dem IaG-Projekt wurde auf Initiative des Fachausschusses *Informatische Bildung an Schulen* der GI ein Arbeitskreis zur Entwicklung von Bildungsstandards für den Primarbereich eingerichtet, in dem auch in dem Projekt IaG aktive Grundschullehrkräfte mitwirkten. Im Ergebnis wurden vom Präsidium der GI im Januar 2019 Empfehlungen für den Primarbereich verabschiedet (GI 2019).

- Die durch die GI 2019 veröffentlichten „Kompetenzen für informative Bildung im Primarbereich“ haben einer Arbeitsgruppe auf dem jährlichen *Fachdidaktischen Gesprächen* in Königstein den Weg geebnet. Der in dieser AG identifizierte Bedarf zur Bereitstellung von Unterrichtsbeispielen auf Grundlage der o.g. Kompetenzen führte zum Bündeln und Kuratieren bereits vorhandener Projekte und Materialangebote in Form einer Webseite per Steckbriefe (GI 2023). Die Steckbriefe orientieren sich hierbei an im DACH-Raum vergleichbaren Parametern, wie beispielsweise Schulstufenbezug, Lehrplanbezug nach Bundesland/Land, Verweis auf GI-Kompetenzen, zeitlichem Umfang, u.v.m.

Von 2016 bis 2018 wurde im Namen der Stiftung *Kinder forschen* (ehemals *Haus der kleinen Forscher*) die Expertise „Frühe informative Bildung – Ziele und Gelingensbedingungen für den Elementar- und Primarbereich“ (Bergner u.a. 2018) erarbeitet. Diese stellen dar, welche informatischen Kompetenzen Kinder sowie die Pädagog:innen benötigen und welche Gelingensbedingungen zum Erwerb notwendig sind. Neben Nachfolgeprojekten und dem Einsatz der Materialien wurde auch bildungspolitisch durch das IaG-Projekt einiges ins Rollen gebracht: Einzelne informative Kompetenzen sind mittlerweile in der Mehrzahl der Bundesländer implementiert, so z.B. im Fach Sachunterricht (NRW), Kunst (BW) oder Technik/Werken (Schleswig-Holstein, Sachsen) (Nenner & Bergner 2022).

Fachdidaktische Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen werden zwar durch Lehrplanformulierungen impliziert, die fundierte Umsetzung verantwortet jedoch die einzelne Lehrkraft. Mit der Bereitstellung von Materialien und Angeboten wie etwa durch IaG besteht somit ein gutes Fundament für eine Auseinandersetzung. Eine Sensibilisierung für ebensolche Materialien im Sinne von Unterstützungsangeboten ist daher auch Aufgabe aller Phasen der Lehrkräftebildung.

Eine weitere Linie wurde in der GI durch einen Arbeitskreis entwickelt und soll allen Lehrkräften unabhängig der Schulform und Fächerkombination den notwendigen Zugang zur informatischen Bildung eröffnen (Diethelm u.a. 2023).

5 Ausblick

Eine lokale Aushandlung der Vorstellungen, Bedarfe und Umsetzbarkeiten von informatischer Bildung im Primarbereich seitens Lehrkräfte, auch unter Einsatz von Informatiksystemen und der damit zusammenhängenden Ausstattungsfrage, könnte weitere Bedarfe wie etwa Netzwerke, Schulungs- und Fortbildungsangebote, Ausleihsysteme u.v.m. mit sich bringen. Ein aktuelles Projekt im Regierungsbezirk Düsseldorf greift diesen exemplarischen Aspekt auf. Hierbei gestalten Grundschulen im Tandem mit jeweils einer weiterfüh-

renden Schule Übergänge im Bereich der Primarstufeninformatik Klasse 4 und der informatischen Grundbildung in Klasse 5/6, um gemeinsam voneinander und miteinander zu lernen. Die Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) hat sich 2021 ebenfalls zur informatischen Grundbildung im Primarbereich auf Grundlage der „Kompetenzen für den Primarbereich“ der GI (2019) und der Dagstuhl-Erklärung (GI 2016) positioniert. Für die GDSU stehen hierbei ein Grundverständnis von *Computational Thinking* und Mensch-Maschine-Interaktion im Vordergrund. Der Sachunterricht soll nach Aussage der GDSU in diesem Kontext die Dualität von *Medien* als Lerngegenstand und Lernmittel mit dem sachunterrichtlichen Anspruch der Selbst- und Weltreflexion sowie Partizipation Rechnung tragen – dies über mediendidaktische Modelle hinaus (ebd.). Diese Entwicklung darf seitens der Informatikdidaktik optimistisch aufgefasst werden, bietet sie doch selbst Konzepte zur ganzheitlicheren Welterschließung durch u.a. das Fachgebiet *Informatik, Mensch und Gesellschaft*.

6 Fazit

Informatik ist in der Grundschule angekommen. Die entsprechende Genese wurde in diesem Beitrag dargestellt. Sowohl in der ersten Phase der Lehrkräftebildung als auch in der Lehrkräfteausbildung und -fortbildung sowie im schulischen Alltag der Unterrichtsentwicklung sind tragfähige Rahmenvorgaben geschaffen und Konzepte erarbeitet und erprobt worden. Eine fortlaufende Unterstützung von Lehrkräften beim Verorten, Durchführen und Vernetzen informatischer Inhalte im Unterrichtsalltag sollte hierbei weiter fokussiert werden. Eine Unterstützung der Strukturen der staatlichen Lehrkräftefortbildung durch die universitären Standorte ist hierfür ratsam. Dabei können Netzwerke, Hubs und weitere vielfältige Rahmungsangebote für Begegnung und Austausch positive Effekte auf die Wahrnehmung von Informatik im Unterricht der Grundschule haben. Die Gelingensbedingungen liegen hierbei u.a. im Feld der fortgeführten Zusammenarbeit der verschiedenen Perspektiven und Expertisen.

Literatur

- Bergner, N., Hubwieser, P., Köster, H., Magenheim, J., Müller, K., Romeike, R., Schroeder, U. & Schulte, C. (2018): Frühe informatische Bildung – Ziele und Gelingensbedingungen für den Elementar- und Primarbereich. Opladen, Berlin: Verlag Barbara Budrich. <https://doi.org/10.25656/01:17813>
- Bergner, N. & Nenner C. (2023): Projekt TUD-SYLBER 2 – „Digitalisierung als Querschnittsthema für die Lehrkräftebildung“. Projektziel Integration informatischer Bildung in die Grundschule. Online unter: <https://t1p.de/o1mle> (Abrufdatum: 04.07.2023).

- Berry, M. (2018): Computing als neues Schulfach. Umsetzung des landesweiten Curriculums für das Fach Computing in England. In: LOG IN, 38(189/190), 20–26.
- Best, A. (2020): Vorstellungen von Grundschullehrpersonen zur Informatik und zum Informatikunterricht. Dissertation. Münster: Westfälische Wilhelms-Universität – Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät. Online unter: https://ddi.wuu.de/2020_best_diss (Abrufdatum: 04.07.2023).
- D-EDK (Deutschschweizer Erziehungsdirektoren Konferenz) (2015): Lehrplan 21: Medien und Informatik. Luzern. Online unter: <https://t1p.de/121b> (Abrufdatum: 29.11.2023).
- Diethelm, I., Bergner, N., Brinda, T., Dittert, N., Döbeli Honegger, B., Freudenberg, R., Funke, F., Hannappel, M., Hildebrandt, C., Humbert, L., Kramer, M., Losch, D., Nenner, C., Pampel, B., Schmitz, D., Spalteholz, W. & Weinert, M. (2023): Informatikkompetenzen für alle Lehrkräfte. https://doi.org/10.18420/rec2023_064
- GDSU (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts) (2021): Positionspapier Sachunterricht und Digitalisierung. Erarbeitet von der AG „Medien & Digitalisierung“. Online unter: <https://t1p.de/r9k> (Abrufdatum: 27.06.2023).
- GI (Gesellschaft für Informatik e.V.) (2016): Dagstuhl-Erklärung. Bildung in der digitalen vernetzten Welt. Eine gemeinsame Erklärung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Seminars auf Schloss Dagstuhl – Leibniz-Zentrum für Informatik GmbH. Online unter: <https://t1p.de/5vb0> (Abrufdatum: 26.06.2023).
- GI (2019): Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich. Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik e.V. Erarbeitet vom Arbeitskreis „Bildungsstandards Primarbereich“. Online unter: <https://t1p.de/y4ljq> (Abrufdatum: 29.11.2023).
- GI (2023): Projektsteckbriefe: Informatische Bildung im Primarbereich. Online unter: <https://primarinformatik.gi.de/> (Abrufdatum: 30.06.2023).
- Humbert, L. & Puhlmann, H. (2004): Essential Ingredients of Literacy in Informatics. In: J. Magenheim & S. Schubert (Hrsg.): Informatics and Student Assessment. Concepts of Empirical Research and Standardisation of Measurement in the Area of Didactics of Informatics. Bonn: Köllen Druck + Verlag GmbH, 65–76. Online unter: <https://t1p.de/pdc2> (Abrufdatum: 30.06.2023).
- Kuckuck, M., Humbert, L., Schmitz, D., Lachetta, M., Schultze, T. & Alles, T. (2022): Informatische Bildung als Perspektive des Sachunterrichts im Praxissemester. Online unter: <https://uni-w.de/r28z7> (Abrufdatum: 01.02.2023).
- Magenheim, J., Schulte, C., Schroeder, U., Humbert, L., Müller, K., Bergner, N. & Fricke, M. (2018): Das Projekt „Informatik an Grundschulen“. In: LOG IN Aus Wissenschaft & Praxis, 38(189/190), 57–66.
- Mitzlaff, H. (1996): Handbuch Grundschule und Computer: vom Tabu zur Alltagspraxis. Reihe Werkstattbuch Grundschule. Weinheim: Beltz.
- MSB NRW (Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen) (2019): Informatik an Grundschulen. „Digitale Welt“. Materialpaket zum Modul. Online unter https://www.schulministerium.nrw/sites/default/files/documents/Informatik_an_Grundschulen-Materialien.pdf (Abrufdatum: 03.11.2025).
- MSB NRW (2023): Informatik an Grundschulen. Pilotprojekt zur Erprobung von Konzepten zur informatischen Bildung im Rahmen des Sachunterrichts an Grundschulen. Online unter <https://iag.nrw.de/> (Abrufdatum: 26.06.2023).
- Naur, P. (1966): Plan for et kursus i datalogi og datamatik. Online unter: <https://t1p.de/h87p3> (Abrufdatum: 02.10.2023).
- Nenner, C. (2022): Aufbau Informatischer Fach- und Vermittlungskompetenzen bei (angehenden) Grundschullehrkräften. Online unter: <https://t1p.de/s2ph7> (Abrufdatum: 04.07.2023).
- Nenner, C. & Bergner, N. (2022): Informatics Education in German Primary School Curricula. In: A. Böllin & G. Futschek (Hrsg.): Informatics in School. A Step Beyond Digital Education. Cham: Springer International Publishing, 3–14.

Autor:innen

Bergner, Nadine, Prof. Dr.,
RWTH Aachen University
Didaktik der Informatik
Mies-van-der-Rohe-Str. 15, 52074 Aachen
bergner@informatik.rwth-aachen.de
Arbeits- und Forschungsschwerpunkte:
motivierende, lernendenzentrierte und
individuell herausfordernde informatische Bildung
inner- und außerhalb der Schule,
informatische Kompetenzen von Lehrkräften

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

Schmitz, Denise
Bergische Universität Wuppertal
Didaktik der Informatik
Gaußstraße 20, 42119 Wuppertal
dschmitz@uni-wuppertal.de
Arbeits- und Forschungsschwerpunkte:
informatische Bildung für alle Lehrkräfte,
Wirkungen und Bedingungen von Fortbildungen,
Verständnis von Informatik

Fricke, Martin
Bezirksregierung Düsseldorf
Am Bonneshof 35-37, 40474 Düsseldorf
Martin.Fricke@brd.nrw.de
Arbeits- und Forschungsschwerpunkte:
Bildung in der digitalen Welt,
Schulentwicklungsprozesse im Kontext der Digitalität,
Informatische Bildung in der Primarstufe

Nadine Bergner, Christin Nenner und Justin Ritter

Fächerverbindende Unterrichtseinheiten zur informatischen Bildung in den Grundschulfächern Sachunterricht, Sport, Deutsch, Kunst und Ethik

Abstract

Die Integration informatischer Kompetenzen in den Grundschulunterricht wird seit Jahren in verschiedenen Expertisen gefordert. Um dies zu erreichen, wurden in sächsischen Grundschullehrplänen Anknüpfungspunkte für Informatikthemen angelehnt an die Empfehlungen für den Primarbereich der Gesellschaft für Informatik identifiziert. Zur praktischen Umsetzung wurden fünf informatikspezifische Unterrichtseinheiten zu den Themen *Algorithmen* (im Fach Deutsch und Sport), *Codierung* und *Verschlüsselung* (im Fach Sachunterricht), *Künstliche Intelligenz* (im Fach Ethik) und *Pixelgrafiken* (im Fach Kunst) mit einer Länge von jeweils 90 Minuten entwickelt. Die Unterrichtseinheiten betten informatische Bildung fächerverbindend in den jeweiligen Fachkontext ein. Im Anschluss an die Entwicklung wurden die Unterrichtseinheiten vor Ort an einer Grundschule mit dritten und vierten Klassen erprobt. An den Erprobungen nahmen die Lehrkräfte der Klasse beobachtend teil und notierten ihre Eindrücke, Empfehlungen und Vorschläge anhand eines Reflexionsbogens. Auch die Schüler:innen füllten im Anschluss einen Feedbackbogen zur jeweiligen Unterrichtseinheit aus. Auf Basis dieser Rückmeldungen wurden die Unterrichtseinheiten reflektiert und überarbeitet. Die finalen Unterrichtseinheiten stehen mit den erstellten Materialien als *Open Educational Resources* frei zur Verfügung, um die individuelle Modifikation zu ermöglichen. Um die Nutzung für Grundschullehrkräfte ohne informatische Vorbildung zu erleichtern, wurden für jede Unterrichtseinheit Handreichungen entwickelt, die den informatischen Hintergrund erläutern sowie die Umsetzung detailliert mit Zielen, Arbeitsaufträgen und Erwartungsbildern darstellen.

1 Motivation

In unserer von Informatik durchdrungenen Welt (Brinda u.a. 2016) kommen auch die Jüngsten mit informatischen Systemen und Phänomenen in Berührung. Dass Kinder im Alter zwischen 6 und 13 Informatiksysteme nutzen, wird in der KIM-Studie von 2020 deutlich (Feierabend u.a. 2021). Bereits 2017 for-

derte das *Committee on European Computing Education*, dass alle Schüler:innen eine kontinuierliche informatische Bildung erhalten sollten, vorzugsweise ab der Grundschule (Committee on European Computing Education 2017). Der „Europäische Aktionsplan für digitale Bildung 2021–2027“ befürwortet ebenfalls einen Fokus auf integrative, qualitativ hochwertige informatische Bildung auf allen Bildungsebenen (European Commission 2020). Auch in Deutschland sind mehrere Impulse zur Integration informatischer Inhalte in die (Grund-)Schulen veröffentlicht worden. So wurde unter anderem Ende 2021 eine stärker informatikorientierte Ergänzung zur Strategie „Bildung in der digitalen Welt“ der Kultusministerkonferenz veröffentlicht (KMK 2016, 2021). Anfang 2022 sprach sich die Hochschulrektorenkonferenz darüber hinaus für eine informatische Bildung in allen Lehramtsstudiengängen aus (Hochschulrektorenkonferenz 2022).

Kinder kommen nicht nur mit Informatik beziehungsweise informatischen Phänomenen in Berührung, sie interessieren sich auch dafür (Bergner 2015; Petrus u. a. 2017) und formulieren Fragen zu diesem Themengebiet (Borowski u. a. 2016; Diethelm & Stoffers 2018). An verschiedenen Standorten wurde in den letzten Jahren Material für die Zielgruppe der Grundschulkinder zum Teil mit Handreichungen für die Lehrkräfte entwickelt (Bell u. a. 1998; code.org 2023; Diethelm u. a. 2017; Magenheim u. a. 2017). Auch konnte belegt werden, dass Unterricht zu informatischen Inhalten in der Grundschule möglich ist (Breiter u. a. 2020; Magenheim u. a. 2018).

Nenner und Bergner (2022) zeigen auf, dass in einigen Ländern, wie Großbritannien und Mazedonien, ein eigenständiges Schulfach für informatische Inhalte entwickelt wurde (Department for Education 2013; Jovanov u. a. 2016), wohingegen in anderen Ländern, wie Schweden, informatische Inhalte in vorhandene Grundschulfächer integriert wurden (Heintz u. a. 2017). In Deutschland gibt es in keinem der Bundesländer ein Fach zur informatischen Bildung in der Grundschule. In einigen Bundesländern sind informatische Inhalte im Sachunterricht integriert, wie bspw. die Themen Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe (EVA) als Grundprinzip der Datenverarbeitung in Informatiksystemen und die Programmierung in Nordrhein-Westfalen. In einzelnen Bundesländern sind informatische Inhalte im Fach Mathematik vorgesehen, wie in Hamburg das Formalisieren und Beschreiben von Problemen sowie Grundfertigkeiten des Programmierens. Auch gibt es Bundesländer in denen diese in technikbezogenen Fächern (Werken, Technik) integriert sind. Für die gelungene Integration informatischer Inhalte in andere Schulfächer ist fächerverbindender Unterricht nötig. Das entsprechende Konzept wird in Abschnitt 3 detailliert analysiert. Zuvor erfolgt in Abschnitt 2 eine exemplarische Analyse von Grundschulcurricula, um entsprechende Anknüpfungspunkte herauszuarbeiten. In Abschnitt 4 erfolgt dann als Kernstück dieses Beitrags die Präsen-

tation verschiedener fächerverbindender Unterrichtsentwürfe samt der jeweiligen Evaluation. Abschließend erfolgt in Abschnitt 5 ein Fazit mit Ausblick.

2 Exemplarische Analyse bestehender Grundschulcurricula

Im Folgenden werden exemplarisch für das Bundesland Sachsen Grundschullehrpläne verschiedener Fächer hinsichtlich möglicher Anknüpfungspunkte zur informatischen Bildung analysiert. Der fächerverbindende Ansatz besteht darin informative Kompetenzen im Unterricht eines anderen Faches zu integrieren. Sowohl hier als auch in Nenner u. a. (2020) wurden Fremdsprachen dabei vernachlässigt, da sie aufgrund der Sprachbarriere im Grundschulalter ungeeignet für das Unterrichten informatischer Sachverhalte erscheinen. Nachfolgend werden in Tabelle 1 mögliche Anknüpfungspunkte an digitalisierungsbezogene und insb. informative Kompetenzen nach Fächern aufgelistet.

Tab. 1: Anknüpfungspunkte an digitalisierungsbezogene und insb. informative Kompetenzen (eigene Darstellung)

Deutsch (Staatsministerium für Kultus Freistaat Sachsen 2019a)	<ul style="list-style-type: none">• bewusste Auswahl von Medien• Computerbedienung, PC-Schreiben, E-Mail-Schreiben• elektronische Übersetzer, Internetrecherche• Informatiksysteme im Klassenzimmer• Präsentationsgestaltung und Werbung in sozialen Medien
Ethik (Staatsministerium für Kultus Freistaat Sachsen 2019b)	<ul style="list-style-type: none">• Gefahren im Internet• Digitalfotografie• Einsatz digitaler Medien zur Recherche• Erstellen von Präsentationen mithilfe von Software• künstliche Intelligenz
Kunst (Staatsministerium für Kultus Freistaat Sachsen 2019c)	<ul style="list-style-type: none">• 3D-Animationen im Zusammenhang mit körperhaft-räumlichem Gestalten, Augmented Reality sowie Virtual Reality• Bildbearbeitung, das digitale Zeichnen in Verbindung mit Vektorgrafiken• Urheberrecht
Mathematik (Staatsministerium für Kultus Freistaat Sachsen 2019d)	<ul style="list-style-type: none">• Binärsystem• Verwenden von Software zum Lernen und Üben sowie zur Modellierung
Musik (Staatsministerium für Kultus Freistaat Sachsen 2019e)	<ul style="list-style-type: none">• softwarebasierte Tonalanalyse• Aufnehmen von Tonträgern, bspw. in Form von Hörspielen• Erstellen eines Tanzvideos

Religion (Staatsministerium für Kultus Freistaat Sachsen 2019f)	<ul style="list-style-type: none">• Bild- und Informationsrechte• Erstellen von Präsentationen
Sachunterricht (Staatsministerium für Kultus Freistaat Sachsen 2019g)	<ul style="list-style-type: none">• audiovisuelle Bearbeitung sowie Erstellen von Präsentationen• Entwicklung einer Wetterstation unter Verwendung von Sensoren• kritische Reflexion des Einflusses von Medien sowie Werbung• Verwenden digitaler Karten zur Navigation
Sport (Staatsministerium für Kultus Freistaat Sachsen 2019h)	<ul style="list-style-type: none">• 3D-Modelle für Sportübungen nutzen• Leistungsfortschritt mithilfe digitaler Medien dokumentieren• Fitnessclips bzw. Zeitlupenvideos aufnehmen
Werken (Staatsministerium für Kultus Freistaat Sachsen 2019i)	<ul style="list-style-type: none">• EVA-Prinzip im Zusammenhang mit Robotern und Simulationen

3 Fächerverbindender Unterricht als Prinzip

Weil Informatik kein eigenständiges Fach an deutschen Grundschulen ist, müssen informatische Inhalte in andere Fächer integriert werden. Dies geschieht durch das Konzept des fächerverbindenden Unterrichts. Jenes beschreibt eine Organisationsform, die der Ausweitung des Fachunterrichts dient, um dessen negative Auswirkungen (eingeschränkter Blick auf Zusammenhänge) auf den Lernprozess zu überwinden. Dazu soll der Fachunterricht ergänzt werden. Als Konzept versteht sich fächerverbindender Unterricht als integrativer und themenzentrierter Unterricht, der sich von ausschließlich ergänzenden Ansätzen unterscheidet (Peterßen 2000). Folglich wird ein zentrales Thema zum Ausgangspunkt, welches durch die Integration in verschiedene Unterrichtsfächer behandelt wird. Durch die Verbindung des Unterrichts der beteiligten Fächer wird die gemeinsame Zielsetzung umfassender erreicht. Absprachen und Vereinbarungen zwischen den Lehrkräften der jeweiligen Unterrichtsfächer sind hierfür essenziell. Im Gegensatz zum fächerverbindenden Unterricht werden Fachinhalte im fächerübergreifenden Unterricht voneinander losgelöst beleuchtet. Der Unterricht liefert hierbei die fachspezifischen Informationen, welche die Lernenden dann eigenständig in Zusammenhang bringen müssen. Das übergreifende Wissen bzgl. einer spezifischen Thematik wird somit additiv zusammengebracht. Meist gibt ein Leitfach das zentrale Thema vor. Dementsprechend sind fächerverbindender und fächerübergreifender Unterricht keineswegs Synonyme (Peterßen 2000). Bei der Integration informatischer Bildung in den Grundschulunterricht bildet nicht nur ein alleinstehender

Aspekt, sondern das Fach Informatik als Ganzes die Notwendigkeit der Fächerverbindung. So umfasst die informatische Bildung verschiedene Inhalts- und Prozessbereiche, welche miteinander im Zusammenhang stehen. Folglich werden mehrere Inhalts- und Prozessbereiche und nicht nur ein einzelner im Unterricht behandelt. Dabei dienen die Inhalte der Unterrichtsfächer als Anknüpfungspunkte, mit welchen die informatischen Inhalte verbunden werden.

4 Vorstellung fächerverbindender Unterrichtseinheiten und deren Pilotierung

Im Rahmen einer Staatsexamensarbeit wurden *fünf Unterrichtseinheiten* für die Grundschule entwickelt, in welchen informatische Sachverhalte durch fächerverbindenden Unterricht in bestehende Fächer eingebettet werden können. Die Unterrichtseinheiten können sowohl losgelöst als auch miteinander kombiniert (bspw. in Form von Projektunterricht) durchgeführt werden. Im Folgenden werden zuerst die allgemeinen Rahmenbedingungen der Pilotierung erläutert und bestehende Vorarbeiten zu konkreten Materialien analysiert. In den Abschnitten 4.3 und 4.4 werden die fächerverbindenden Unterrichtseinheiten zur Vermittlung informatischer Kompetenzen im Fach Deutsch und Kunst ausführlich präsentiert. Abschließend werden in Abschnitt 4.5 die weiteren Unterrichtseinheiten für die Fächer Ethik, Sachunterricht und Sport skizziert.

Alle fünf Unterrichtseinheiten wurden mit Schüler:innen praktisch erprobt, evaluiert und überarbeitet. Währenddessen ist eine Vielzahl an Materialien entstanden, welche für eine Durchführung von informatischer Bildung an Grundschulen geeignet sind. Die Materialien wurden als *Open Educational Resources (OER)* unter der Lizenz CC-BY-SA veröffentlicht (<https://tud.link/hprrqu>), sodass sie frei genutzt und von Lehrkräften an den eigenen Unterricht angepasst werden können. Insgesamt stand dabei die Entwicklung konkreter Unterrichtsmaterialien im Fokus. Um deren Qualität zu steigern, fand im Rahmen der Pilotierung eine Befragung der Lernenden statt. Eine faktische Überprüfung des Lernzuwachses konnte bisher noch nicht umgesetzt werden.

4.1 Pilotierung

Die praktischen Erprobungen der Unterrichtseinheiten fanden alle an der gleichen Grundschule statt. Entsprechend des Leitgedankens *Gemeinsam sind wir stark* verfolgt die Schule fünf grundlegende Ziele. Eines dieser Ziele lautet: *Digitale Bildung von Anfang an*. Folglich sind digitale Medien fester Bestandteil des Unterrichts. Demzufolge besaßen die Schüler:innen teils ein überdurchschnittliches Vorwissen im Umgang mit Informatiksystemen.

Um die Unterrichtseinheiten zu evaluieren, wurde Feedback der Lernenden mithilfe eines Feedbackbogens erhoben. Dabei wurden die Konzepte und Materialien aus Sicht der Schüler:innen evaluiert, um Verbesserungen abzuleiten. Später soll ein Instrument zur Messung des Kompetenzzuwachses ergänzt werden. Für ein allgemeines Stundenfeedback wurden die folgenden sieben Items gewählt (Lenske 2016), welche alle auf einer vierstufigen Skala mit lachenden bis traurigen Emoticons eingeschätzt wurden:

- a) Ich fand die Stunde interessant.
- b) Ich habe etwas dazu gelernt.
- c) Die Lehrperson hat so erklärt, dass ich gut mitgekommen bin.
- d) Ich habe alles verstanden, was wir in der Stunde durchgenommen haben.
- e) Ich wusste immer, was ich tun sollte.
- f) Ich möchte mehr über das Thema der Stunde lernen.
- g) Für mich war diese Stunde: viel zu leicht; ein bisschen zu leicht; genau richtig; ein bisschen zu schwer; viel zu schwer

Diese Feedbackelemente waren bei der Auswertung aller fünf Unterrichtseinheiten gleich. Zusätzlich wurden lernzielspezifische Feedbackelemente gewählt. Diese unterschieden sich zwischen den jeweiligen Unterrichtseinheiten und dienten der Messung der Lernziele, abhängig vom informatischen Stundenthema. Die lernzielspezifischen Feedbackelemente entstammen dabei dem Fragebogen zum informatischen Selbstkonzept von Grundschulkindern von Diethelm u.a. (2020).

4.2 Vorarbeiten bezüglich Informatikmaterialien für die Grundschule

In den letzten Jahren wurden Materialien zu informatischen Themen auch explizit für Kinder im Grundschulalter, wie z.B. an der RWTH Aachen, an der TU München und auch von der Stiftung *Kinder forschen*, entwickelt. Im Folgenden werden exemplarische Materialien aus verschiedenen Projekten analysiert, die für die Unterrichtseinheiten als Vorbild dienten bzw. aus denen konkret Ideen oder Materialien übernommen und weiterentwickelt wurden.

- *Informatik an Grundschulen (IaG)*: Im dreijährigen Projekt (2016–2018) *Informatik an Grundschulen (IaG)* (Magenheim u.a. 2017, 2018) in Nordrhein-Westfalen wurden an drei verschiedenen Universitätsstandorten (Aachen, Paderborn und Wuppertal) gemeinsam mit Grundschullehrkräften informatikspezifische Unterrichtseinheiten zu den Themen *Digitale Welt, Robotik und Kryptografie* für das Fach Sachunterricht für Grundschulkinder (3. und 4. Klasse) inklusive aller Lehr-Lern-Materialien entwickelt. Diese *unplugged* gestalteten Module wurden in Pilotgrundschulen erprobt und evaluiert. Alle entstandenen Materialien stehen mit den Verläufen der Unterrichtsein-

heiten (Stundenplanungen) inklusive Anleitungen für Grundschullehrkräfte mit Erklärung der informatischen Hintergründe zur Verfügung. Genaueres zum Projekt *Informatik an Grundschulen* ist im Beitrag von Bergner u.a. (in diesem Band) zu finden.

- **Code.org:** Mit der Webseite Code.org (2023) wird das Ziel verfolgt, Schüler:innen die Erweiterung ihrer informatischen Kompetenzen (insb. ihrer Programmierkompetenzen) zu ermöglichen. Neben Anleitungen zu Offline-Aktivitäten und Online-Kursen werden auch Weiterbildungen und Materialien für Lehrkräfte angeboten, um diese bei der zielgerichteten Vermittlung informatischer Kompetenzen zu unterstützen.
- **CS Unplugged:** *CS Unplugged* ist eine Sammlung von Lernaktivitäten und -ressourcen, welche informatisches Wissen ohne den Einsatz von Informatiksystemen vermitteln (Bell u.a. 2015; CS Unplugged 2023). In 26 Lektionen mit über 119 Aufgaben werden Binärzahlen, Computergrafik, Datenstrukturen, Mechanismen zur Fehlerkennung sowie -korrektur behandelt. Ergänzend gibt es auch Aktivitäten mit Einsatz von Informatiksystemen, wie z.B. zur Programmierung mit Scratch sowie Python oder zu Sortiernetzwerken und Suchalgorithmen.
- **IT2School:** „Gemeinsam IT entdecken“ ist das Motto dieses Projekts des Wissensfabrik e.V. (Diethelm u.a. 2017). (Grundschul-)Lehrkräfte ohne Informatikhintergrund werden mittels Lehr- und Lernmaterialien beim Unterrichten informatischer Themen unterstützt. Neben Materialien werden auch zugehörige Anleitungen sowie Verlaufsplanungen und Erklärungen der informatischen Zusammenhänge zur Verfügung gestellt. Einige der Module sind für Grundschulkinder geeignet. Dabei wird sowohl softwarebasiertes als auch unplugged-Material eingesetzt.
- **Informatische Bildung im Projekt TUD-Sylber²:** Als ein Teil des Projekts *TUD-Sylber²* der Technischen Universität Dresden wurden Materialien angelehnt an die oben genannten Vorarbeiten passend zu Anknüpfungspunkten insb. im Fach Werken entwickelt (Didaktik der Informatik, TU Dresden, TUD-Sylber² 2023). Weiterhin werden passende Anleitungen und Hilfestellungen für Grundschullehrkräfte bereitgestellt.

Die präsentierten Konzepte und Materialien dienten im vorliegenden Beitrag als Inspirationen bzw. wurden teilweise in die im folgenden vorgestellten Unterrichtseinheiten integriert.

4.3 Unterrichtseinheit für das Fach Deutsch

Inhalt und Thematik

Im Fach Deutsch wird sich auf die Lernbereiche *Sprechen und Zuhören* sowie *Mit digitalen Medien umgehen* der Klassen 1 und 2 bezogen. Im ersten sollen

die Schüler:innen einen „Einblick gewinnen in elementare Bedienhandlungen eines Computers oder mobilen digitalen Endgeräts“ (Staatsministerium für Kultus Freistaat Sachsen 2019a). Auch auf „Erscheinungsformen eines Computers“ (ebd.) soll eingegangen werden. Im Lernbereich *Sprechen und Zuhören* sollen die Lernenden „Fragen stellen[,] [...] Antworten geben[,] kurze Mitteilungen und Anweisungen verstehen[,] zusammenhängend einfache Erklärungen geben[,] Informationen in zusammenhängenden Sätzen vor einer Gruppe wiedergeben [und] [das] Gehörte [...] in angemessene Handlungen umsetzen“ (ebd.). Die Thematik der Algorithmen vereint diese zuvor aufgeführten Schwerpunkte des Lehrplans. Algorithmen bilden die Grundlage der Steuerung von Informatiksystemen. Ein für die Grundschulkinder greifbares Beispiel eines solchen Informatiksystems sind Roboter. So kennen die Kinder diese aus Filmen, aber auch aus der Realität, bspw. in Form von Staubsaugerrobotern. Folglich bilden Roboter einen geeigneten Bezug zur Lebenswirklichkeit der Kinder. Da Algorithmen Handlungsanweisungen beschreiben, implizieren sie außerdem die grammatische Kategorie des Verbs (Modus) im Imperativ (imperative Programmierung). So können die Befehle zur Steuerung von Robotern als Aufforderungssätze abstrahiert werden (z.B. Gehe geradeaus!, Drehe dich nach links/rechts!, etc.). Folglich kann der Imperativ im Zusammenhang mit Algorithmen am Beispiel von Robotern angewandt werden.

Entsprechend dieser Schwerpunkte wurde das folgende Stundenlernziel aufgestellt: *Die Schüler:innen entwickeln mithilfe vorgegebener Befehlskarten einfache Algorithmen.* Dies entspricht einer Kombination des Inhaltsbereichs Algorithmen mit dem Prozessbereich *Modellieren* und *Implementieren* aus den „Kompetenzen für informatische Bildung im Primärbereich“ der Gesellschaft für Informatik (GI) (GI 2019).

Dieses soll durch Erreichen der drei Teillernziele schrittweise erarbeitet werden: *Die Schüler:innen...*

- nennen Anwendungsbereiche von Robotern aus der Lebenswelt.
- formulieren Befehle, indem sie in natürlicher Sprache Aufforderungssätze schreiben.
- entwickeln einen Algorithmus, indem sie Befehlskarten zur Lösung eines Problems strukturieren.

Beschreibung der Unterrichtseinheit

Zur Umsetzung dieser Einheit muss ausreichend Platz zur Durchführung eines Rollenspiels vorhanden sein. Je Gruppe ist hierfür ein Spielfeld mindestens der Größe von 2m² notwendig.

Für die Durchführung wird keine umfangreiche Technik benötigt. Es sollte lediglich die Möglichkeit bestehen, digitale Inhalte bspw. via Beamer darzustellen. Optional kann zu Motivationszwecken ein physischer Roboter mit in den Unterricht gebracht werden.

Zur Motivation der Lernenden sowie als Themeneinstieg wurde den Kindern in der Erprobung ein Spielzeugroboter vorgeführt. Anknüpfend daran sollten sich die Schüler:innen partnerweise über weitere Anwendungsbereiche von Robotern aus dem Alltag austauschen. Den Lernenden waren sowohl fiktive als auch reale Erscheinungsformen von Robotern bekannt. Folglich diente diese Aufgabe auch der Abgrenzung von fiktiven und realen Robotern. Im Plenum wurden die Ideen abschließend mündlich gesammelt. Zur Unterstützung der Gedankengänge der Lernenden wurden zusätzlich Bilder präsentiert (auch Videos wären geeignet). Entsprechend lernten die Kinder Anwendungsbereiche von Robotern und somit ihre unterschiedlichen Erscheinungsformen kennen. Zur Überleitung überlegten die Lernenden, auf welche Weise Roboter von Menschen gesteuert werden. Schließlich kamen sie auf die Idee, dass Roboter programmiert werden müssen. Die dazu nötigen Befehle können wiederum als Handlungsanweisungen in Form von Aufforderungs- bzw. Imperativsätzen formuliert werden. Da solche Aufforderungssätze die Grundlage der Befehle für das Rollenspiel bilden, wurde ein Lückentext zur Vorbereitung genutzt. Dabei galt es schriftlich Aufforderungssätze zu bilden, indem die richtige Verbform in die Lücken eingetragen wurde. Hierbei bildeten die gewählten Verben (gehen, drehen, springen, kriechen und schwimmen) gleichzeitig die Befehle des nachfolgenden Rollenspiels.

Im letzten Teil des Unterrichts schlüpften die Schüler:innen selbst in die Rolle eines Roboters. Mithilfe von sechs Befehlen, welche aus der vorherigen Aufgabe bekannt waren, navigierten sich die Kinder in Gruppen abwechselnd durch verschiedene Hindernisparcours (inspiriert durch die in Abschnitt 4.2 präsentierten Vorarbeiten: *Informatik an Grundschulen*, *code.org*, *CS Unplugged* und *Informatische Bildung im Projekt TUD-Sylber*²).

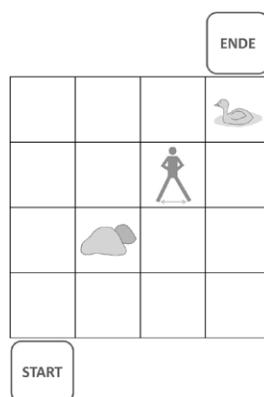


Abb. 1: Beispiel für einen Hindernisparcours des Roboter-Rollenspiels (eigene Darstellung)

Als Hilfe wurden die Befehle jeweils durch Karten symbolisiert:



Abb 2: Befehlskarten des Roboter-Rollenspiels (eigene Darstellung)

Die Symbole der Befehlskarten sind angelehnt an die Lernanwendung *Ronjas Roboter: Roberta rast* (Stiftung Kinder forschen 2023a), welche das Programmieren auf Grundschulniveau vermittelt. Entsprechend bietet es sich an, die Lernanwendung im Anschluss an die Unterrichtseinheit zu verwenden. Ziel war es, die Befehlskarten so anzuordnen, dass das roboterspielende Kind erfolgreich durch den Hindernisparcours gesteuert wird. Der Parcours bestand dabei aus einem Spielfeld unterteilt in 4x4 gleichgroße Kacheln. Entsprechend einer Vorlage wurde schließlich ein Anfangs- sowie Endpunkt markiert. Außerdem wurden unterschiedliche Hindernisse auf dem Spielfeld platziert, welche auf diverse Weise zu überwinden waren. Als Hindernisse können bspw. verschiedene Objekte genutzt werden. Für die Erprobung wurden diese aus Pappe gebastelt. Zur Markierung des Spielfeldes kann Kreide oder Kreppband verwendet werden.

Hintergrund des Rollenspiels war die Förderung des algorithmischen Denkens. So mussten die Lernenden ein komplexeres Problem (in diesem Fall einen Hindernisparcours) in seine einzelnen Schritte zerlegen, die Befehlsfolge entsprechend strukturieren und schließlich sequenziell abarbeiten. Durch gemeinsames Planen, Testen und evtl. Modifizieren der Befehlssequenz entdeckten die Lernenden die Lösung für das gestellte Problem. Bei der Programmierung ist die Vorgehensweise häufig eine ähnliche.

Da die Schüler:innen für die Navigation durch den Hindernisparcours eine strukturierte Handlungsanweisung entwerfen, entwickeln sie mithilfe von Befehlskarten einen einfachen Algorithmus. Da dieses Verhältnis des Rollenspiels zu Algorithmen jedoch sehr abstrakt zu fassen ist, wurde bei der gemeinsamen Auswertung dieser Bezug explizit verdeutlicht. Anhand weiterer Beispiele für Algorithmen, wie Schritt-für-Schritt-Anleitungen, wurde den Schüler:innen eine grundlegende Vorstellung für den Begriff des Algorithmus geschaffen. Den Kindern wurde aufgezeigt, dass sie im Rollenspiel einen solchen Algorithmus zur Navigation durch die Hindernisparcours mithilfe von Befehlskarten entwickelt haben. An dieser Stelle kann zusätzlich der Code eines einfachen Programmes gezeigt werden, um die Vorstellung von Computerbefehlen von menschlichen Befehlen bzw. Aufforderungssätzen abzgrenzen.

Pilotierung

Die Unterrichtseinheit wurde aus organisatorischen Gründen an der Kooperationschule mit insgesamt 25 Schüler:innen einer 4. Klasse erprobt, obwohl die Unterrichtseinheit ursprünglich für eine 1. bzw. 2. Klasse ausgelegt war. Bei der Auswertung muss daher das höhere Leistungsniveau der Klasse beachtet werden und die Erfahrungen dürfen nicht als verlässlicher Referenzwert für das Durchführen gleicher Inhalte in niedrigeren Klassenstufen betrachtet werden.

Von den 25 Kindern schätzten sich 95 % selbst ein, dass sie wüssten, wo Roboter im Alltag auftreten. Knapp 80 % waren der Meinung, dass sie einen Algorithmus mithilfe von Befehlskarten entwerfen können. Lediglich das themenbezogene Interesse fiel ambivalent aus. So gab die eine Hälfte an, mehr zur Thematik wissen zu wollen, die andere Hälfte möchte dies nicht. Der Schwierigkeitsgrad der Aufgaben wurde vom Großteil der Lernenden als genau richtig empfunden.

4.4 Unterrichtseinheit für das Fach Kunst

Inhalt und Thematik

Im sächsischen Kunstlehrplan behandelt der Lernbereich 1: *Flächiges Gestalten* der 3. Klasse u.a. *Möglichkeiten der Bildbearbeitung*. Unterstützt durch digitale und traditionelle Medien, werden die Inhalte durch „spielerisches Experimentieren mit Farben und Formen“ (Staatsministerium für Kultus Freistaat Sachsen 2019c) sowie durch das „Bearbeiten von Figuren und Bildern“ (ebd.) entdeckt. In diesem Zusammenhang werden auch persönlichkeitsrechtliche Themen, bspw. das Urheberrecht, erwähnt. Die einfachste Darstellungsform eines digitalen Bildes sind Pixelgrafiken. Die Farbwerte der Pixel werden wiederum in Form von Bitfolgen beschrieben. Somit ist die Darstellung von Informationen und Daten zentrales Thema digitaler Bilder. Bilder kennen die Schüler:innen seit dem Kleinkindalter, bspw. als analoge Zeichnungen. Aber auch Digitalaufnahmen sollten die Lernenden bspw. als Fotos auf dem Tablet oder Smartphone kennen. Zudem bieten Filme und Videos einen kindesnahen Realitätsbezug.

Entsprechend dieser Schwerpunkte wurde das folgende Stundenlernziel aufgestellt: *Die Schüler:innen erstellen eine einfache Pixelgrafik auf Grundlage eines vorgegebenen Bitmusters*. Dies entspricht einer Kombination des Inhaltsbereichs *Information und Daten* mit dem Prozessbereich *Darstellen und Interpretieren* aus den Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich der Gesellschaft für Informatik (GI) (GI 2019).

Dieses soll durch Erreichen der drei Teillernziele schrittweise erarbeitet werden: *Die Schüler:innen...*

- erklären die informatischen Grundbegriffe „Bit“ und „Pixel“ in eigenen Worten.
- wandeln Schwarz-Weiß-Pixelgrafiken in die zugehörige Binärdarstellung um, indem sie für eine gegebene Pixelgrafik das Bitmuster bestimmen und andersherum.
- wandeln mehrfarbige Pixelgrafiken in die zugehörige Binärdarstellung um, indem sie eine vorgegebene 3-Bit-Farbcodierung verwenden.

Beschreibung der Unterrichtseinheit

Die Kinder kleben in Partnerarbeit Pixelbilder mit farbigen Notizzetteln (inspiriert durch die in Abschnitt 4.2 präsentierten Vorarbeiten: Informatik an Grundschulen, IT2School und Informatische Bildung im Projekt *TUD-Sylber*²). Hierzu muss für jeweils ein Paar eine Klebefläche der Größe $0,5m \times 0,5m$ zur Verfügung gestellt werden. Bei der Erprobung wurden Fenster, eine Kreidetafel und ein Whiteboard genutzt.

Auch für diese Unterrichtseinheit ist keine umfangreiche Technikausstattung nötig. Informatiksysteme zur Projektion sind ausreichend. Außerdem wurde die vereinfachte Funktionsweise eines Farbsensors vorgeführt. Zum Einsatz kam dafür das *LEGO Boost*-Set.

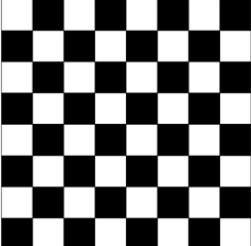
Als motivierenden Einstieg und Realitätsbezug sollten den Kindern Digitalbilder aus Film und Fernsehen sowie vom Fotografieren mit Smartphone und Tablet bekannt sein. Entsprechend wurde an diese Beispiele angeknüpft und den Lernenden ein digitales Bild präsentiert. Um die Neugierde der Kinder zu wecken, wurde die Frage gestellt, wie ein Computer im Vergleich zum Menschen Bilder sieht. Dabei wurde sich auf den Vergleich von Digitalfotos und analogen Zeichnungen bezogen.

Im nächsten Schritt erhielten die Lernenden eine grundlegende Vorstellung des Begriffes *Pixel*. Hierzu wurde das gezeigte Bild vergrößert, sodass die Pixel erkennbar wurden. An diesem Beispiel wurde erarbeitet, dass Digitalbilder aus Pixeln unterschiedlicher Farbe zusammengesetzt sind. Erst die Beobachtung der Gesamtheit der Pixel aus entsprechender Entfernung lässt das eigentliche Bild erkennen. Um diesen Sachverhalt zu veranschaulichen, wurde anschließend der Zoomfaktor wieder verringert.

Folglich kann ein Digitalbild grundlegend als Aneinanderreihung der Farbwerte der Pixel in Form von Bits beschrieben werden. Entsprechend wurde im Anschluss der Begriff *Bit* erläutert. Mithilfe von Taschenlampen wurde veranschaulicht, dass ein Bit Information durch die Zahlen 0 und 1 repräsentiert (Taschenlampe aus = 0, Taschenlampe an = 1). Hierbei wurde auch der Zusammenhang zum Binärsystem hergestellt.

Im Anschluss wurde basierend auf dem Vorwissen erklärt, wie Pixel mithilfe von Bits codiert werden können. Als Beispiel diente hierfür ein Schachbrett. Dieses wurde als vereinfachte Pixelgrafik nur bestehend aus schwarzen und

weißen Kacheln angesehen, welche wiederum mithilfe von 0 und 1 dargestellt werden konnten (siehe Abb. 3).

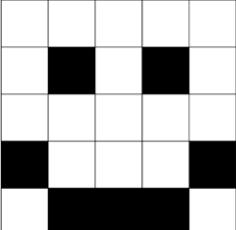


1	0	1	0	1	0	1	0
0	1	0	1	0	1	0	1
1	0	1	0	1	0	1	0
0	1	0	1	0	1	0	1
1	0	1	0	1	0	1	0
0	1	0	1	0	1	0	1
1	0	1	0	1	0	1	0
0	1	0	1	0	1	0	1

1	0	1	0	1	0	1	0
0	1	0	1	0	1	0	1
1	0	1	0	1	0	1	0
0	1	0	1	0	1	0	1
1	0	1	0	1	0	1	0
0	1	0	1	0	1	0	1
1	0	1	0	1	0	1	0
0	1	0	1	0	1	0	1

Abb. 3: Codierung eines Schachbretts als Beispiel einer Pixelgrafik (eigene Darstellung)

Dieses Wissen wurde in der nächsten Aufgabe praktisch angewandt. Dazu spielten die Kinder ein Spiel, in welchem sie auf einem Arbeitsblatt ein einfaches Pixelbild bestehend aus schwarzen und weißen Kästchen erstellten. Dieses Bild wurde anderen Klassenkamerad:innen nicht gezeigt. Danach wurden die Pixel mit den Ziffern 0 und 1 codiert und diese Bitmuster an eine:n Mitschüler:in verschickt. Ziel war es, die Bitfolgen schließlich wieder in schwarze bzw. weiße Kacheln zu transferieren und so das Bild zu decodieren (vgl. Abb. 4).



1	1	1	1	1
1	0	1	0	1
1	1	1	1	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1

Abb. 4: Codierung eines Schwarzweißpixelbildes (eigene Darstellung)

Anknüpfend an die vorherige Aufgabe, welche die Codierung von Schwarz-weißbildern mithilfe von einem Bitmuster behandelt, wurde im Anschluss die Codierung von farbigen Bildern erläutert. Es wurde gezeigt, dass die Hinzunahme eines weiteren Bits vier Kombinationsmöglichkeiten der Ziffern 0 und 1 ermöglicht (00, 01, 10 und 11). Erneut wurde dieser Sachverhalt mithilfe von zwei Taschenlampen veranschaulicht. Diese Kombinationen können anschließend auf Farben abgebildet werden (siehe Abb. 5).

CODE	FARBE	
00		Schwarz
01		Gelb
10		Rot
11		Weiß

11	11	01	01	01	11	11
11	01	01	01	01	01	11
01	01	00	01	00	01	01
01	01	01	01	01	01	01
01	10	01	01	01	10	01
11	01	10	10	10	01	11
11	11	01	01	01	11	11

Abb. 5: 2-Bit-Codierung eines Farbpixelbildes (eigene Darstellung)

In der nächsten Aufgabe wurde dieses theoretische Wissen praktisch angewandt. Gleichzeitig wurden die Inhalte des ersten Spiels in einem komplexeren Kontext eingebettet (statt eines Bits wurden drei Bits zur Codierung verwendet) und somit zur Festigung wiederholt. Dafür klebten die Lernenden eine farbige Pixelgrafik auf Grundlage eines dreistelligen Bitmusters unter Verwendung farbiger Notizzettel in die vorgesehene Klebefläche. Die Kinder erhielten ein Arbeitsblatt mit einem Raster, welches die Bitfolgen für die jeweiligen Kacheln zeigte. Zusätzlich erhielten sie eine Tabelle, welche jeder Bitfolge eine Farbe zuordnete. Basierend auf dem Prinzip *Malen nach Zahlen* klebten die Kinder partnerweise dann einen Haftnotizzettel in der entsprechenden Farbe an die vorgesehene Position, um so ein einfaches analoges Bild in Form einer Pixelgrafik zu erstellen (vgl. Abb. 6).

CODE	FARBE	
000		Schwarz
001		Gelb
010		Orange
011		Rot
100		Grün
101		Blau
110		Beige
111		Weiß

111	111	111	001	111	111	111
111	111	111	100	111	111	111
111	111	011	100	100	111	111
111	100	100	100	100	011	111
111	100	100	011	100	100	111
100	011	100	100	100	100	100
111	111	111	010	111	111	111

Abb. 6: 3-Bit-Codierung eines Weihnachtsbaummotivs (eigene Darstellung)

Als Ergebnissicherung wurden die Bitmuster sowie Digitalfotos der geklebten Bilder, welche innerhalb der Gruppen verschieden waren, in einer PDF zusammengefasst und den Kindern anschließend zugänglich gemacht. Um die offene Unterrichtsphase abzuschließen und die Aufmerksamkeit der Kinder zu erlangen, wurde außerdem die vereinfachte Funktionsweise eines Farbsensors gezeigt. Hierzu wurde das *LEGO Boost Set* verwendet, ein via App

programmierbarer Spielzeugroboterbausatz. Teil dieses Sets ist auch ein Farbsensor, welcher den Lernenden vorgeführt wurde, um die vereinfachte Funktion von deutlich komplexeren Farbsensoren in Kameras zu veranschaulichen.

Pilotierung

Die Erprobung des Kunstunterrichts fand in einer 3. Klasse mit 16 Schüler:innen statt. Ungefähr 80% der Lernenden meinten im Nachgang, sie könnten erklären, wie eine Pixelgrafik aufgebaut sei. Über 90% könnten erklären, wie Computer Daten codieren. Besonders das Themeninteresse mit über 85% der Teilnehmenden, welche angaben, mehr zum Stundenthema erfahren zu wollen, stach heraus. Auch der Schwierigkeitsgrad wurde als angemessen empfunden. So fanden zwei Drittel der Befragten den Aufgabenanspruch als genau richtig. Ein Drittel der Kinder betrachtete den Unterricht als etwas zu leicht.

4.5 Weitere Unterrichtseinheiten für die Fächer Ethik, Sachunterricht und Sport

Neben den beiden vorgestellten Unterrichtseinheiten wurden in den Fächern Ethik, Sachunterricht und Sport drei weitere Einheiten entwickelt und erprobt, welche nachfolgend zusammengefasst werden.

Im Fach *Ethik* wurde das Thema künstliche Intelligenz behandelt. Dabei lernten die Kinder Anwendungen für KI an den Beispielen *ChatGPT* (Textgenerierung), *Google Quick Draw* (Bilderkennung) und *Stable Diffusion* (Bilderzeugung) kennen. Am Beispiel von Bilderkennung entdeckten die Lernenden außerdem, was Musterkennung ist und wie diese in vereinfachter Weise funktioniert. Durch kleine Experimente erkannten die Schüler:innen schließlich auch die Fehlbarkeit von KI und bildeten sich eine Meinung bezüglich ihrer Verlässlichkeit. Zuletzt wurde mithilfe eines Videos eine fiktive Reise in die Zukunft unternommen, um so auf Basis der Erkenntnisse über die Funktionsweise und die Zuverlässigkeit von KI ihren Nutzen und mögliche Gefahren für die Gesellschaft abwägen zu können.

Im *Sachunterricht* waren die Codierung und Verschlüsselung thematische Schwerpunkte. Im ersten Teil des Unterrichts lernten die Schüler:innen dazu das Binärsystem kennen und bekamen eine Vorstellung für den Begriff Bit. Im Anschluss wurde die Codierung von Klartextzeichen mithilfe einer Codetafel, welche eine vereinfachte Variante der ASCII-Tabelle darstellte, erläutert. Danach wendeten die Kinder das Wissen spielerisch an, indem sie eine Nachricht als Binärzahl codiert an eine:n Freund:in verschickten. Im nächsten Schritt ging es dann auf eine Schatzsuche. Mit einer Schatzkarte, welche einen Zahlencode für einen Cryptex in Binärschreibweise zeigte, sollten die Kinder einen Schatz finden. Damit dies gelang, musste der Zahlencode mithilfe der Lernanwendung *Ronjas Roboter*: Sprich wie *Roberta* (Stiftung Kinder forschen 2023b)

decodiert werden. Zum Abschluss wurde dann anhand des vereinfachten Aufbaus bzw. der vereinfachten Funktionsweise des Internets gezeigt, wieso eine Verschlüsselung von Daten notwendig ist und wie man diese umsetzen kann. Algorithmen stellten das zentrale Thema im Unterrichtsfach *Sport* dar. Stundenziel war es, dass die Schüler:innen bekannte Sportübungen in ihre einzelnen Schritte zerlegen und so eine Bilderserie mit Anleitung erstellen. Dazu wurden die zu zerlegenden Übungen, wie bspw. Liegestütz oder Kniehebelauf, zur Wiederholung ausgeführt. Danach erhielten die Kinder eine zufällige Übung als Bilderserie in Form von Karten. Diese galt es anschließend in die korrekte Reihenfolge zu bringen. Währenddessen musste auch eine Schleife für die Schritte eingesetzt werden, welche bei einer Übung mehrfach ausgeführt werden. Anschließend erstellten die Lernenden partnerweise mit Tablets eine eigene Bilderserie und präsentierten diese ihrer Klasse. Zum Abschluss wurde dann darüber diskutiert, was einen Algorithmus auszeichnet, welchen Nutzen ein Algorithmus mit sich bringt und wo in unserem Alltag noch algorithmische Prozesse auftreten.

5 Fazit und Ausblick

Im Rahmen der Arbeit wurden fächerverbindende Unterrichtseinheiten für Deutsch, Ethik, Kunst, Sachunterricht und Sport entwickelt und durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass die hier thematisierten informatischen Inhalte keineswegs zu komplex für die Kinder waren. Grund hierfür war auch die besondere Technikaffinität der Grundschüler:innen an der Kooperationsschule. Der faktische Kompetenzzuwachs bei den Schüler:innen muss durch ein noch zu entwickelndes Forschungsinstrument erhoben werden. Dabei ist eine altersgerechte Aufbereitung der Lehr-Lern-Materialien und eine kleinschrittige Strukturierung der Unterrichtseinheiten, unterstützt durch entsprechende Methoden, essenziell für einen gelungenen Unterricht. So sind während des Prozesses verschiedene Unterrichtsmaterialien für die aufgeführten Fächer mitsamt passenden Handreichungen für die Grundschullehrkräfte entstanden (<https://tud.link/hprrqu>), welche Lehrkräfte bei einer eigenen Umsetzung informatischer Unterrichtseinheiten unterstützen. Diese dienen als Ergänzung der bisher hauptsächlich für den Sachunterricht und das Fach Werken bzw. Technik existierenden Materialien. Zum Einsatz der entwickelten Materialien zur informatischen Bildung durch Grundschullehrkräfte müssen diese über die notwendigen fachlichen und fachdidaktischen Kompetenzen in der Informatik und dem Fach, in dem die Unterrichtseinheit stattfindet, verfügen. Dazu bedarf es fächerverbindenden Fortbildungen. Für eine zukünftige Perspektive ist v.a. das erneute Testen und Evaluieren der Unterrichtseinheiten mit weiteren Schüler:innengruppen unterschiedlicher Leistungsstärke notwendig.

Im Zusammenhang damit wäre auch die Entwicklung eines Testverfahrens zur präziseren Leistungsfeststellung und zur Beurteilung der Lernziele wünschenswert. Auch weitere fächerverbindende Unterrichtseinheiten, bspw. für Mathematik oder Musik, können entworfen werden. Die entstandenen Materialien und Konzepte gilt es v.a. hinsichtlich Differenzierungsmöglichkeiten für einen vielfältigeren Einsatz im Unterricht zu optimieren. Zur Überarbeitung der Materialien und Handreichungen sollte besonders das Feedback von Grundschullehrkräften miteinbezogen werden.

Zuletzt ist eine ähnliche curriculare Analyse hinsichtlich informatischer Anknüpfungspunkte in informatikfremden Fächern auch für weitere Bundesländer erstrebenswert. Auf Basis solcher Analysen könnten im nächsten Schritt bundeseinheitliche Inhalte informatischer Bildung in der Grundschule extrahiert werden, welche wiederum als Grundlage für einen Lehrplan zur Einführung von Informatik als eigenständiges Fach an deutschen Grundschulen dienen könnte. Inwieweit sich dabei die informatische Förderung in der Grundschule durch solche Unterrichtseinheiten auf den Leistungsverlauf in der weiterführenden Schule auswirkt, kann in diesem Zusammenhang außerdem untersucht werden.

Literatur

- Bell, T., Witten, I. H. & Fellows, M. (1998): Computer Science Unplugged: off-line activities and games for all ages (2015 Revision by Sam Jarman).
- Bell, T., Witten, I. H. & Fellows, M. (2015): CS Unplugged: An enrichment and extension programme for primary-aged students. self-published.
- Bergner, N. (2015): Konzeption eines Informatik-Schülerlabors und Erforschung dessen Effekte auf das Bild der Informatik bei Kindern und Jugendlichen (Dissertation). Publikationsserver der RWTH Aachen University, Aachen.
- Borowski, C., Diethelm, I. & Wilken, H. (2016): What children ask about computers, the Internet, robots, mobiles, games etc. In: J. Vahrenhold & E. Barendsen (Hrsg.): WiPSCE'16: 11. Workshop on Primary and Secondary Computing Education; 13. bis 15. November 2015 Münster. New York: ACM, 72–75.
- Breiter, A., Diethelm, I., Klockmann, I. & Zeising, A. (2020): Informatische Bildung und Technik in der Grundschule. Abschlussbericht im Auftrag des Niedersächsischen Landesinstituts für schulische Qualitätsentwicklung (NLQ). Unpublished.
- Brinda, T., Diethelm, I., Gemulla, R., Romeike, R., Schöning, J. & Schulte, C. (2016): Dagstuhl-Erklärung. Bonn: Gesellschaft für Informatik.
- code.org. (2023): CODE. Online unter: <https://code.org/> (Abrufdatum: 28. Juni 2023).
- Committee on European Computing Education (2017): Informatics Education in Europe: Are We All In The Same Boat? New York: ACM.
- CS Unplugged (2023): Informatik ohne Computer. Online unter: <https://www.csunplugged.org/de/> (Abrufdatum: 28.06.2023).
- Department for Education (2013): National curriculum in England: computing programmes of study. Online unter: [https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study](https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study) (Abrufdatum: 12.05.2022).

- Didaktik der Informatik, TU Dresden, TUD-Sylber (2023): Online-Kurs „Informatische Bildung in der Grundschule“. Online unter: <https://tud.link/ytnk> (Abrufdatum: 28.06.2023).
- Diethelm, I. & Stoffers, A.-M. (2018): Informatik für alle Kinder? Einfache Möglichkeiten zum Erwerb grundlegender Kompetenzen für die digitale Welt. In: Grundschulunterricht Matematik, 1, 4-7.
- Diethelm, I., Engel, S. & Fandrich, A. (2017): IT2School. In: LOG IN, 38(1), 73-80.
- Diethelm, I., Matzner, M., Brückmann, M. & Zeising, A. (2020): Fragebogen zum informatischen Selbstkonzept von Grundschulkindern. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10174.92480/2>
- European Commission (Hrsg.) (2020): Digital Education Action Plan 2021–2027 – Resetting education and training for the digital age. Online unter: https://education.ec.europa.eu/sites/default/files/document-library-docs/deap-communication-sept2020_en.pdf (Abrufdatum: 28.06.2023).
- Feierabend, S., Rathgeb, T., Kheredmand, H. & Glöckler, S. (2021): KIM-Studie 2020. Kindheit, Internet, Medien. Basisuntersuchung zum Medienumgang 6- bis 13-Jähriger. Stuttgart: Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest. Online unter: https://www.mpfds.de/fileadmin/files/Studien/KIM/2020/KIM-Studie2020_WEB_final.pdf (Abrufdatum: 23.11.2022).
- GI (Gesellschaft für Informatik e.V.) (Hrsg.) (2019): Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich. Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik e.V. erarbeitet vom Arbeitskreis „Bildungsstandards Primarbereich“ – Beschluss des GI-Präsidiums vom 31. Januar 2019. In: LOG IN, 39(191/192). Online unter: <https://t1p.de/guiq> (Abrufdatum: 28. Juni 2023).
- Heintz, F., Mannila, L., Nordén, L.-Å., Parnes, P. & Regnell, B. (2017): Introducing Programming and Digital Competence in Swedish K-9 Education. In: V. Dagienė & A. Hellas (Hrsg.): Informatics in Schools: Focus on Learning Programming. Cham: Springer International Publishing, 117-128.
- Hochschulrektorenkonferenz (2022): Lehrer:innenbildung in einer digitalen Welt, Entschließung des 150. HRK-Senats. Online unter: <https://www.hrk.de/positionen/beschluss/detail/lehrerinnenbildung-in-einer-digitalen-welt/> (Abrufdatum: 28.06.2023).
- Jovanov, M., Stankov, E., Mihova, M., Ristov, S. & Gusev, M. (2016): Computing as a new compulsory subject in the Macedonian primary schools curriculum. In: EDUCON’16: 7. Global Engineering Education Conference; 10. bis 13. April Abu Dhabi. New York: ACM, 680-685.
- KMK (Kultusministerkonferenz) (Hrsg.) (2016): Bildung in der digitalen Welt. Strategie der Kultusministerkonferenz. Online unter: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/Presse_UndAktuelles/2017/Strategie_neu_2017_datum_1.pdf (Abrufdatum: 28.06.2023).
- KMK (Hrsg.) (2021): Lehren und Lernen in der digitalen Welt – Ergänzung zur Strategie der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“. Online unter: https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2021/2021_12_09-Lehren-und-Lernen-Digi.pdf (Abrufdatum: 28.06.2023).
- Lenske, G. (2016): Schülerfeedback in der Grundschule: Untersuchungen zur Validität. Münster New York: Waxmann.
- Magenheim, J., Müller, K., Schulte, C., Bergner, N., Haselmeier, K., Humbert, L., u.a. (2018): Evaluation of Learning Informatics in Primary Education: Views of Teachers and Students. In: S. N. Pozdniakov & V. Dagienė (Hrsg.): Informatics in Schools. Fundamentals of Computer Science and Software Engineering. Cham: Springer International Publishing, 339-353.
- Magenheim, J., Schulte, C., Schroeder, U., Humbert, L., Müller, K., Bergner, N. & Fricke, M. (2017): Das Projekt „Informatik an Grundschulen“. In: LOG IN, 38(1), 57-66.
- Nenner, C. & Bergner, N. (2022): Informatics Education in German Primary School Curricula. In: A. Böllin & G. Futschek (Hrsg.): Informatics in Schools. A Step Beyond Digital Education. Cham: Springer International Publishing, 3-14.
- Nenner, C., Damnik, G. & Bergner, N. (2020): Anknüpfungspunkte zur Integration informatischer Inhalte und Kompetenzen in der Grundschule am Beispiel sächsischer Lehrpläne. In: T. Köhler, E. Schoop & N. Kahnwald (Hrsg.): Communities in New Media. From hybrid realities to hybrid communities. Dresden: TUDpress, 370-376.

- Peterßen, W. H. (2000): Fächerverbindender Unterricht: Begriff – Konzept – Planung – Beispiele: ein Lehrbuch (1. Auflage.). München: Oldenbourg.
- Petrut, S.-J., Bergner, N. & Schroeder, U. (2017): Was Grundschulkinder über Informatik wissen und was sie wissen wollen. In: I. Diethelm (Hrsg.): Informatische Bildung zum Verstehen und Gestalten der digitalen Welt: 17. GI-Fachtagung Informatik und Schule; 13.-15. September 2017 Oldenburg. Bonn: GI, 63–72.
- Staatsministerium für Kultus Freistaat Sachsen (Hrsg.) (2019a): Lehrplan Grundschule Deutsch.
- Staatsministerium für Kultus Freistaat Sachsen (Hrsg.) (2019b): Lehrplan Grundschule Ethik.
- Staatsministerium für Kultus Freistaat Sachsen (Hrsg.) (2019c): Lehrplan Grundschule Kunst.
- Staatsministerium für Kultus Freistaat Sachsen (Hrsg.) (2019d): Lehrplan Grundschule Mathematik.
- Staatsministerium für Kultus Freistaat Sachsen (Hrsg.) (2019e): Lehrplan Grundschule Musik.
- Staatsministerium für Kultus Freistaat Sachsen (Hrsg.) (2019f): Lehrplan Grundschule Religion.
- Staatsministerium für Kultus Freistaat Sachsen (Hrsg.) (2019g): Lehrplan Grundschule Sachunterricht.
- Staatsministerium für Kultus Freistaat Sachsen (Hrsg.) (2019h): Lehrplan Grundschule Sport.
- Staatsministerium für Kultus Freistaat Sachsen (Hrsg.) (2019i): Lehrplan Grundschule Werken.
- Stiftung Kinder forschen (2023a): Roberta rast. Meine Forscherwelt, Ronjas Roboter. Online unter: <https://www.meine-forscherwelt.de/spiel/ronjas-roboter> (Abrufdatum: 28. Juni 2023).
- Stiftung Kinder forschen (2023b): Sprich wie Roberta. Meine Forscherwelt, Ronjas Roboter. Online unter: <https://www.meine-forscherwelt.de/spiel/ronjas-roboter> (Abrufdatum: 28. Juni 2023).

Autor:innen

Ritter, Justin

TU Dresden

Lehrkraft an Gymnasien für Englisch und Informatik

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte:

Entwicklung, Erprobung und Evaluation von

Unterrichtseinheiten zur informatischen Bildung

in fächerverbindendem Unterricht in der Grundschule

Nenner, Christin, Dr.

TU Dresden

Zentrum für Lehrerbildung,

Schul- und Berufsbildungsforschung (ZLSB)

Ludwig-Ermold-Str. 3, 01217 Dresden

christin.nenner@tu-dresden.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte:

Integration informatischer Bildung im Bereich

der berufsbegleitenden Lehrkräftebildung,

Aufbau fachwissenschaftlicher und fachdidaktischer

Informatikkompetenzen bei Grundschullehramtsstudierenden

Bergner, Nadine, Prof. Dr.

RWTH Aachen University

Didaktik der Informatik

Mies-van-der-Rohe-Str. 15, 52074 Aachen

bergner@informatik.rwth-aachen.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte:

motivierende, lernendenzentrierte und

individuell herausfordernde informatische Bildung

inner- und außerhalb der Schule,

informatische Kompetenzen von Lehrkräften

Autor:innenverzeichnis

Asen-Molz, Katharina, M.A., Universität Regensburg, Lehrstuhl für allgemeine Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik, Universitätsstraße 31, 93053 Regensburg

katharina.asen-molz@ur.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: medienpolitische Bildung, Erklären und Erklärvideos

Bentz, Anette, Dr., Pädagogische Hochschule Karlsruhe, Institut für Informatik und digitale Bildung, Bismarckstraße 10, 76133 Karlsruhe

Anette.Bentz@ph-karlsruhe.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Entwicklung und Erforschung innovativer Ansätze zur Vermittlung von Computational Thinking, Verküpfung von Informatikausbildung mit Entrepreneurship Education, Gestaltung und Evaluation von Lernumgebungen, die unternehmerisches Denken und Handeln mit praxisnahen Grundlagen der Informatik verbinden

Bergner, Nadine, Prof. Dr., RWTH Aachen University, Didaktik der Informatik, Mies-van-der-Rohe-Str. 15, 52074 Aachen

bergner@informatik.rwth-aachen.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: motivierende, lernendenzentrierte und individuell herausfordernde informatische Bildung inner- und außerhalb der Schule, informatische Kompetenzen von Lehrkräften

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

Borowski, Christian, Förderschullehrer, Fachseminarleiter für das Fach Sachunterricht (Sonderpädagogik), Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Fk II - Didaktik der Informatik, Ammerländer Heerstraße 114-118, 26111 Oldenburg

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Informatische Bildung im Sachunterricht, Kompetenzen im Rahmen des Perspektivrahmen Sachunterricht, Komponenten der Unterrichtsplanung, Durchführung und Reflexion im Sachunterricht

Diethelm, Ira, Prof. Dr., Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Fk II – Didaktik der Informatik, Ammerländer Heerstraße 114–118, 26111 Oldenburg, ira.diethelm@uni-oldenburg.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Gelingensbedingungen von Informatikunterricht anhand des Modells der Didaktischen Rekonstruktion, informative Bildung im Anfangsunterricht und in der Lehrkräfte Aus- und Fortbildung, Entwicklung von Unterrichtsmaterial

Dittert, Nadine, Prof. Dr., Universität Koblenz, Universitätsstraße 1, 56070 Koblenz

dittert@uni-koblenz.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Didaktik der Informatik, Digital Fabrication und Making in der Informatik, Zugänge zur Informatik, Bild der Informatik, Kreativität und Problemlösen

Fraser, Gordon, Prof. Dr., Universität Passau, Innstraße 33, 94032 Passau

gordon.fraser@uni-passau.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: automatisierte Methoden der Programmalyse, Feedbackgenerierung für blockbasierte Programmierung

Fricke, Martin, Bezirksregierung Düsseldorf, Am Bonneshof 35–37, 40474 Düsseldorf

Martin.Fricke@brd.nrw.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Bildung in der digitalen Welt, Schulentwicklungsprozesse im Kontext der Digitalität, Informatische Bildung in der Primarstufe

Geldreich, Katharina, Dr., Ludwig-Maximilians-Universität München, Lehrstuhl für Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik, Leopoldstr. 13, 80802 München

katharina.geldreich@lmu.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: verändertes Lehren und Lernen in der Kultur der Digitalität, Entwicklung innovativer Unterrichtskonzepte im Bereich Informatik, Making für die Grundschule, Gelingensbedingungen für ein langfristiges Interesse an MINT-Fächern bei angehenden Grundschullehrkräften

Greifenstein, Luisa, Universität Passau, Innstraße 33, 94032 Passau

luisa.greifenstein@uni-passau.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: informative Bildung im Primarbereich, Unterstützung der Programmierung

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

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

Haider, Michael, PD Dr., Universität Regensburg, Lehrstuhl für allgemeine Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik, Universitätsstraße 31, 93040 Regensburg

michael.haider@physik.uni-regensburg.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: naturwissenschaftlicher und technischer Sachunterricht, Digitalisierung im Grundschulunterricht, notwendige Kompetenzen von Lehrkräften, informative Grundlagen bei Lehrkräften und Grundschulkindern

Heuer, Ute, ADin, Universität Passau, Innstraße 33, 94032 Passau

ute.heuer@uni-passau.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Informatikdidaktik und informative Bildung in der Lehrkräftebildung, Didaktik der Programmierung

Holzapfel, Marisa Alena, Jun. Prof. Dr., Universität Greifswald, Ernst-Lohmeyer Platz 3, 17487 Greifswald

marisa.holzapfel@uni-greifswald.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Didaktik der Informatik, Kreativität im Sachunterricht, Humor im Sachunterricht, Augmented und Virtual Reality im Sachunterricht, Übergang vom Primar- in den Sekundarbereich

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

Killich, Klaus, Bezirksregierung Düsseldorf, Am Bonneshof 35-37, 40474 Düsseldorf
Klaus.Killich@brd.nrw.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Informatische Bildung in der Primarstufe im Übergang an die weiterführenden Schulen, Entwicklung von Fortbildungen zur informatischen Grundbildung für Lehrerinnen und Lehrer der Primarstufe

Knoth, Saskia, Dr., Universität Regensburg, Lehrstuhl für allgemeine Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik, Universitätsstraße 31, 93040 Regensburg

saskia.knoth@paedagogik.uni-regensburg.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: naturwissenschaftlicher und technischer Sachunterricht, Digitalisierung im Grundschulunterricht, Unterstützung naturwissenschaftlicher Lernprozesse durch den Einsatz digitaler Medien, Informatiksysteme in der 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

Lachetta, Michael, Bergische Universität Wuppertal, Institut für Geographie und Sachunterricht und Didaktik der Informatik, Gaußstraße 20, 42119 Wuppertal

michael.lachetta@uni-wuppertal.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Informatische Bildung im Sachunterricht, Open Educational Resources zu BNE

Morawski, Michael, Dr., Bergische Universität Wuppertal, Institut für Geographie und Sachunterricht, Gaußstraße 20, 42119 Wuppertal

morawski@uni-wuppertal.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Gamification, Sprachsensibler und bilingualer Fachunterricht, Bildung für nachhaltige Entwicklung

Nenner, Christin, Dr., TU Dresden, Zentrum für Lehrerbildung, Schul- und Berufsbildungsforschung (ZLSB), Ludwig-Ermold-Str. 3, 01217 Dresden
christin.nenner@tu-dresden.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Integration informatischer Bildung im Bereich der berufsbegleitenden Lehrkräftebildung, Aufbau fachwissenschaftlicher und fachdidaktischer Informatikkompetenzen bei Grundschullehramtsstudierenden

Peschel, Markus, Prof. Dr., Universität des Saarlandes, Campus C6 3, Zi. 1.03, 66123 Saarbrücken

markus.peschel@uni-saarland.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Mediales Lernen, Digital Literacy, Sachunterricht (Schwerpunkte: Naturwissenschaften und Digitalisierung), (Offenes) Experimentieren, Lernwerkstätten und Hochschullernwerkstätten

Ritter, Justin, TU Dresden, Lehrkraft an Gymnasien für Englisch und Informatik

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Entwicklung, Erprobung und Evaluation von Unterrichtseinheiten zur informatischen Bildung in fächerverbindendem Unterricht in der Grundschule

Schmitz, Denise, Bergische Universität Wuppertal, Didaktik der Informatik, Gaußstraße 20, 42119 Wuppertal

dschmitz@uni-wuppertal.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: informatische Bildung für alle Lehrkräfte, Wirkungen und Bedingungen von Fortbildungen, Verständnis von Informatik

Wenzel, Mirjam, Universität Regensburg, Lehrstuhl für allgemeine Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik, Universitätsstraße 31, 93053 Regensburg

mirjam.wenzel@ur.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: politische Medienbildung, Biodiversitätsbildung

Kinder wachsen in einer Kultur der Digitalität auf, die grundlegend durch Informatik gestaltet ist. Bereits grundschulische Bildung steht daher vor der Herausforderung, informative Kompetenzen integrativ einerseits in den Sachunterricht und andererseits fächerübergreifend zu implementieren, um die Schüler*innen zu befähigen, in ihrer informatisch geprägten Lebenswelt mündig zu handeln und an ihr partizipieren zu können.

Dieser Band zeigt auf, dass sich das gemeinsame Forschungsfeld von Sachunterrichtsdidaktik und Informatikdidaktik zur Einbettung informatischer Bildung in die Grundschule und spezifisch in den Sachunterricht in der Konsolidierungsphase befindet, und dass in diesem Zusammenhang durchaus sehr unterschiedliche Herangehensweisen zur Realisierung des Vorhabens existieren. Sowohl Autor:innen aus der Sachunterrichtsdidaktik als auch aus der Informatikdidaktik tragen (fach-)didaktische Konzeptionen, bildungspolitische Diskussionen, empirische Befunden sowie schul- und ausbildungspraktische Berichte zu diesem Band bei.

Die Herausgeber*innen

Der Sammelband entstand im Rahmen des Kooperations-Projektes »Informatische Bildung als Perspektive des Sachunterrichts im Praxissemester« zwischen der Didaktik des Sachunterrichts sowie der Didaktik der Informatik an den Universitätsstandorten Duisburg-Essen, Münster und Wuppertal, an dem u. a. die Herausgeber*innen beteiligt waren. Ziel des Projektes war die Entwicklung und Integration von Unterrichtsmaterialien zur informatischen Bildung im Sachunterricht in das Praxissemester.

978-3-7815-2741-6



9 783781 527416