



Cornelia S. Große | Alexandra Postlbauer |
Ramona Obermeier | Christoph Helm (Hrsg.)

Digitalisierung in der Bildung – ein Kinderspiel?

BELTZ JUVENTA

Publiziert mit Unterstützung des Publikationsfonds der Johannes Kepler Universität Linz und des Landes Oberösterreich.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Der Text dieser Publikation wird unter der Lizenz **Creative Commons Namensnennung – Nicht kommerziell – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0)** veröffentlicht. Den vollständigen Lizenztext finden Sie unter: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.de>. Verwertung, die den Rahmen der **CC BY-NC-SA 4.0 Lizenz** überschreitet, ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig. Die in diesem Werk enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Quellenangabe / Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.



Dieses Buch ist erhältlich als:
ISBN 978-3-7799-8103-9 Print
ISBN 978-3-7799-8104-6 E-Book (PDF)
DOI 10.3262/978-3-7799-8104-6

1. Auflage 2025

© 2025 Beltz Juventa
in der Verlagsgruppe Beltz · Weinheim Basel
Werderstraße 10, 69469 Weinheim, service@beltz.de
Einige Rechte vorbehalten

Herstellung: Myriam Frericks
Satz: Datagrafix, Berlin
Druck und Bindung: Beltz Grafische Betriebe, Bad Langensalza
Beltz Grafische Betriebe ist ein Unternehmen mit finanziellem Klimabeitrag
(ID 15985-2104-1001)
Printed in Germany

Weitere Informationen zu unseren Autor:innen und Titeln finden Sie unter: www.beltz.de

Inhalt

Vorwort

*Cornelia S. Große, Alexandra Postlbauer, Ramona Obermeier,
Christoph Helm & Georg Bärveniku-Brunner* 7

Allgemeine Beiträge 11

Digitale Medien und Bildung: ein Spannungsfeld
Josef Buchner 12

Informatik und die Digitalisierung in der Schule
Tobias Kohn 29

(Medien-)Pädagogische Medienkritikfähigkeit: Die Rolle des medialen
Habitus bei ihrer Ausbildung und Entwicklung sowie ihr Stellenwert in
der schulischen Digitalen Grundbildung in Österreich
Michael Schaupp 42

Perspektive innerhalb des Systems: Kindergarten, Schule, Lehrkräfte 57

Von Robotern und Sandkästen: Informatische Bildung im Kindergarten
Nadine Dittert 58

Tafel, Kreide, Tablet: Digitale Medien im Mathematikunterricht
Robert Weinhandl, Branko Anđić, Cornelia S. Große & Christoph Helm 73

Zur Förderung erfahrungsbasierten kollaborativen Lernens von NEET-
Jugendlichen durch die Produktion von Erklärvideos
Stefan Oppl, Susanne Schachermayr & Petra Drews-Milalkovits 94

Perspektive auf das System: Entwicklung der Digitalisierung und aktuelle Situation in Österreich 117

Cyberspace im Klassenzimmer: Digitalisierung in Schulen in Österreich
Cornelia S. Große, Alexandra Postlbauer & Christoph Helm 118

Digitale Bildung im Ausnahmezustand – Erfahrungen und Erkenntnisse
von Lehrkräften durch die Pandemie
Nadine Dittert, Emese Stauke & Cornelia S. Große 133

Die digitale Transformation von Schule in Deutschland, Österreich und der Schweiz und die Rolle von Schulleitung <i>Stephan Gerhard Huber, Nadine Schneider & Isabella Lussi</i>	145
Digitale Kompetenzen von Lehrkräftefort- und -weiterbildner:innen – Befunde einer Befragungsstudie aus Österreich <i>Christoph Helm, Marlene Wagner, Tobias Ley & Lydia Kammerer</i>	163
Die eEducation-Qualitätsmatrix und der digi.konzept-Assistent als Triebkräfte der digitalen Entwicklung von Schulen <i>Michael Csongrady, Christoph Froschauer & Andreas Riepl</i>	180
Das Gütesiegel Lern-Apps – Ein Werkzeug zur Förderung der Qualitätsentwicklung in der digital unterstützten Bildung <i>Christopher Lober & Stefan Oppl</i>	208
Beiträger:innenverzeichnis	227

Vorwort

Cornelia S. Große, Alexandra Postlbauer, Ramona Obermeier,
Christoph Helm & Georg Bärveniku-Brunner

Wir leben in einem Zeitalter, das von digitalen Innovationen geprägt ist. Zweifellos werden alle Bereiche unseres Lebens massiv von digitalen Möglichkeiten beeinflusst. Viele Entwicklungen sind sicherlich positiv – man kann wohl annehmen, dass nur wenige der Schreibmaschine oder dem Rechenschieber hinterhertrauern. In dem Maße, in dem uns scheinbar einfache Tätigkeiten abgenommen werden, steigt allerdings der Anspruch an die Perfektion der Ausführung komplexerer Tätigkeiten.

Diese Dualität zwischen Möglichkeiten einerseits und Abhängigkeiten andererseits ist im Zusammenhang mit der Digitalisierung deutlich spürbar. In dem Maße, in dem bestimmte Dinge möglich sind, wird auch erwartet, dass sie mit höchster Qualität ein- und umgesetzt werden. Zunehmend werden auch die Fragen aufgeworfen, wie viel „echte Welt“ Kinder und Jugendliche für ein gesundes Aufwachsen brauchen, wie viel „echte Interaktion“ mit „echten Menschen“ für die soziale Entwicklung notwendig ist, und welche Rolle digitale Medien dabei spielen.

Auch und gerade in Lernkontexten bietet die Digitalisierung einen unfassbar großen Schatz an neuen Möglichkeiten, die das Bildungssystem zugleich vor tiefgreifende Herausforderungen stellen. Die Nutzung digitaler Lernressourcen eröffnet Schüler:innen die Möglichkeit, sich losgelöst von schulischen Präsenzzeiten Inhalte eigenständig, ortsungebunden und zeitlich flexibel zu erarbeiten. Auch jenseits von etwa Lernapps oder Erklärvideos, kann Künstliche Intelligenz zur Problemlösung genutzt werden, und es ist möglich, ohne persönlichen Kontakt zu einer Lehrkraft individualisierte Rückmeldungen zu eigenen Lernfortschritten und -ergebnissen zu erhalten.

Dabei hat die zunehmende Digitalisierung im Bildungswesen nicht nur Auswirkungen auf Lernende, sondern auch auf Lehrende – für nahezu jede Aufgabe im Kontext Schule gibt es digitale Werkzeuge, die die Arbeit erleichtern können. Wenn Lehrkräfte beispielsweise ein Übungsblatt zu einem bestimmten Thema brauchen, müssen sie es nicht mehr mit viel Aufwand selbst erstellen: Im Internet gibt es eine große Palette an Lernressourcen, die gegebenenfalls auch gemäß eigener Wünsche und Vorstellungen mithilfe von KI-gestützten Anwendungen adaptiert und angepasst werden können – von Übungsaufgaben mit Lösungshinweisen und Musterlösungen bis hin zu kompletten Unterrichtsplanungen können Lehrkräfte umfassende Unterstützung durch digitale Tools erhalten. Interaktive Lernplattformen, Online-Ressourcen und digitale Tools ermöglichen es

Lehrenden, im Unterricht zu individualisieren und zu differenzieren, um unterschiedlichen Bedürfnissen der Schüler:innen gerecht zu werden. Multimediale Inhalte und virtuelle Exkursionen gestalten Lernen erlebnisreich und anschaulich, was darauf hoffen lässt, dass Motivation und Engagement steigen.

Manchmal stellt sich aber die Frage, ob gerade die Auseinandersetzung mit digitalen Tools, die das Lernen fördern sollen, dieses nicht auch behindern können. Helfen Simulationen wirklich, dargestellte Abläufe zu begreifen, oder suggerieren sie mitunter eher, dass eine tiefergehende Beschäftigung mit den Inhalten nicht nötig ist, weil „eh alles klar“ ist? Helfen digitale Tools wirklich, Zusammenhänge zu verstehen, oder verleiten sie vielleicht mitunter dazu, Inhalte nicht mehr konzentriert und kritisch zu durchdringen? Steigen Fachinteresse und Motivation der Schüler:innen, oder verbringen sie nur gerne Zeit mit Lernspielen und -Apps?

Folglich ist es entscheidend, dass wir eine ausgewogene und reflektierte Sichtweise einnehmen. Im Vordergrund sollte nicht die Frage stehen, wie es uns gelingt, in der Schule möglichst viele Prozesse mit Unterstützung digitaler Tools zu realisieren. Vielmehr geht es darum, diese Tools so einzusetzen, dass sie die pädagogischen Ziele bestmöglich unterstützen und das Lernen optimal fördern, sodass Kindern und Jugendlichen die Kompetenzen vermittelt werden können, die sie für ein Leben in einer digitalen, inklusiven, nachhaltigen und demokratischen Gesellschaft benötigen.

Der vorliegende Sammelband beleuchtet vielfältige Facetten im Bereich der Digitalisierung in der Bildung aus unterschiedlichen Perspektiven und stellt innovative Ansätze sowie aktuelle Forschungsergebnisse vor. Dabei werden nicht nur Chancen, sondern auch Spannungsfelder und Herausforderungen thematisiert, die sich aus der zunehmenden Integration digitaler Medien ergeben.

Der erste Abschnitt widmet sich allgemeinen Fragestellungen zu Digitalisierung und Bildung. *Buchner* adressiert das Spannungsfeld zwischen digitalen Medien und Bildung und beleuchtet das Lernen mit, über und trotz Medien und Technologien. *Kohn* stellt die Rolle der Informatik und der Digitalisierung in der Schule in den Vordergrund und diskutiert deren Bedeutung für die zukünftige Bildungslandschaft. *Schaupp* fokussiert Medienkritikfähigkeit als wichtige Kompetenz und analysiert den Einfluss des medialen Habitus auf die Ausbildung und Entwicklung dieser Fähigkeit sowie ihren Stellenwert in der Schule.

Im zweiten Abschnitt werden spezifische Perspektiven eingenommen und konkrete Kontexte und Anwendungen beschrieben. Im Beitrag von *Dittert* wird beschrieben, wie informatische Bildung bereits im Kindergarten vermittelt werden kann. *Weinhandl*, *Anđić*, *Große und Helm* beleuchten die Nutzung digitaler Medien im Mathematikunterricht. *Oppl*, *Schachermayr und Drews-Milalkovits* untersuchen die Förderung erfahrungsbasierten kollaborativen Lernens durch die Produktion von Erklärvideos und diskutieren pädagogische Implikationen dieses Ansatzes.

Der dritte Abschnitt weitet den Blick auf das Gesamtsystem. *Große, Postlbauer und Helm* beschreiben den gegenwärtigen Stand der Digitalisierung in Schulen in Österreich. *Dittert, Stauke und Große* reflektieren Erfahrungen und Erkenntnisse von Lehrkräften hinsichtlich der Digitalisierung während der COVID-19-Pandemie. *Huber, Schneider und Lussi* vergleichen die digitale Transformation von Schulen in Deutschland, Österreich und der Schweiz und betonen die entscheidende Rolle der Schulleitungen. *Helm, Wagner, Ley und Kammerer* rücken digitale Kompetenzen von Lehrkräftefort- und -weiterbildner:innen in Österreich in den Fokus. *Csongrady, Froschauer und Riepl* stellen die eEducation-Qualitätsmatrix und den *digi.konzept*-Assistenten als wesentliche Triebkräfte der digitalen Entwicklung von Schulen in Österreich vor. Abschließend erläutern *Lober und Oppl* das österreichische Gütesiegel für Lern-Apps als Werkzeug zur Förderung der Qualitätsentwicklung in der digital unterstützten Bildung.

Die Idee zu diesem Sammelband entstand im Nachgang zur Veranstaltung „Digitalisierung in der Bildung – ein Kinderspiel?“, die im Jänner 2023 im Rahmen des Colloquium Digitale „Digitalisierung, Mensch und Gesellschaft“ gemeinsam von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, der Linz School of Education der JKU Linz und der TU Wien organisiert wurde.

Bedanken möchten wir uns ganz herzlich bei der Österreichischen Akademie der Wissenschaften für die Ausrichtung der Veranstaltung und bei allen Autor:innen für ihre wertvollen Beiträge zum Sammelband, der mit Unterstützung des Publikationsfonds der Johannes Kepler Universität Linz und des Landes Oberösterreich publiziert wird.

Wir wünschen allen Leser:innen eine angenehme und inspirierende Lektüre und hoffen, dass die Beiträge des Sammelbandes zum Verständnis der aktuellen Situation und zur kontinuierlichen Weiterentwicklung und Qualitätsverbesserung beitragen können.

Linz, im Juli 2024

Allgemeine Beiträge

Digitale Medien und Bildung: ein Spannungsfeld

Josef Buchner

Abstract

Debatten zu den Wirkungen von Medien und Technologien auf das Lehren und Lernen folgen meist einem dichotomen – gut-gegen-böse – Muster. Längst ist jedoch klar, dass dieser Zugang der Komplexität der Thematik nicht gerecht wird. In diesem Beitrag wird daher eine kritisch-optimistische Perspektive eingenommen und ein holistischer Zugang für Bildung in der digitalen Welt vorgeschlagen. Dieser Zugang analysiert das Lernen mit, über und trotz Medien und Technologien auf der Basis vorhandener Forschungserkenntnisse. Für das Lernen mit Medien und Technologien zeigt sich, dass, bei Berücksichtigung von Chancen und Herausforderungen, neue und effektive Lehr- und Lerngelegenheiten geschaffen werden können. Lernen über Medien und Technologien sollte auf allen Bildungsstufen ermöglicht werden, sodass Lernende die digitale Welt (mit-)gestalten können. Erkenntnisse zum Lernen trotz Medien und Technologien bestätigen die Bedeutsamkeit von Wissen und Wissenserwerb, auch wenn künstlich intelligente Systeme und Suchmaschinen Informationen jederzeit bereitstellen können. Implikationen des vorgeschlagenen holistischen Zugangs für die Bildungspraxis und die Bildungsforschung werden diskutiert.

Einleitung

Das Aufkommen neuer Informations- und Kommunikationstechnologien hat seit jeher Diskussionen zu deren Wirkung(en) auf Lehren, Lernen und Bildung ausgelöst. Wie Kerres (2020) aufzeigt, folgen diese Diskussionen stets einem dichotomen – gut-gegen-böse – Muster. So befürchtete etwa Sokrates 430 v. Chr. das Ende des Erinnerns von Informationen aufgrund der Nutzung von Schrift und Rousseau warnte im 18. Jahrhundert vor Lesesucht und der damit einhergehenden Vernachlässigung von Naturerfahrungen (Brandhofer, 2017). Später wurden ähnliche Gefahren für das Medium Film sowie das Kino formuliert. Edison (1913) hingegen sprach der Nutzung von Bewegtbildern in der Schule, im Vergleich zum Buch, eine revolutionäre Wirkung auf die Vermittlung von Wissen zu. Mit der Entwicklung des Computers und dem Eintritt in die

Informationsgesellschaft sind es nun digitale Medien und Technologien, die mit „guten“ oder „bösen“ Wirkungen assoziiert werden (Buchner & Kerres, 2021; Kerres, 2020; Trültzsch-Wijnen, 2023).

Problematisch an dieser dichotomen Betrachtung ist, dass sie der Komplexität der Thematik nicht gerecht wird. Die zunehmende Digitalisierung aller Lebensbereiche verändert das gesellschaftliche Zusammenleben, sodass an alle Menschen neue medienunspezifische (z. B. lebenslange Lernfähigkeit) und medien-spezifische (z. B. kritische Medien- und Informationskompetenzen) Kompetenzanforderungen gestellt werden (Petko et al., 2018). Um dieser Komplexität gerecht zu werden, braucht es eine Betrachtung jenseits einer gut-gegen-böse Positionierung. So eine Betrachtung befasst sich sowohl mit den Herausforderungen der zunehmend digitalen Welt als auch mit deren Chancen. Diese *kritisch-optimistische Position* (Trültzsch-Wijnen, 2023, S. 31) wird von Kerres (2020) als *Bildung in der digitalen Welt* beschrieben. Bildung wird dabei als *reflektiertes Verhältnis des Menschen zu sich, zu anderen und der Welt verstanden* (Kerres, 2020, S. 22). Folglich ist das Ziel von Bildung die Aneignung jener Kompetenzen, die eine Teilhabe an der digitalen Welt gewährleisten. Dazu zählen das Gestalten eigener Medienprodukte, der kritisch-reflektierte Umgang mit Informationen und dem eigenen Medienverhalten, die Nutzung von Medien, das Kennen und Verstehen von Medien und digitalen Technologien sowie die aktive Beteiligung an Diskursen zum Einfluss der Digitalisierung auf gesellschaftliche Praktiken (Brinda et al., 2019; Kerres, 2020).

Bei Betrachtung der Kompetenzen für gelingende *Bildung in der digitalen Welt* wird deutlich, dass verkürzte (Trültzsch-Wijnen, 2023) und dichotome (Buchner & Kerres, 2021) Debatten wenig hilfreich für die Bildungspraxis sind. Daher wird in diesem Kapitel ein holistischer Zugang zum Umgang mit dem Spannungsfeld Bildung und digitale Medien vorgeschlagen. In Anlehnung an die kritisch-optimistische Perspektive (Trültzsch-Wijnen, 2023) erkennt dieser Zugang an, dass die Nutzung und der Einsatz digitaler Medien sowohl Chancen bietet als auch Herausforderungen mit sich bringt. Um diese in Bildungsinstitutionen zu berücksichtigen, werden in Anlehnung an Döbeli Honegger (2016) die folgenden drei Bereiche für die Gestaltung von Bildung in der digitalen Welt vorgeschlagen:

- Lernen mit Medien und Technologien
- Lernen über Medien und Technologien
- Lernen trotz Medien und Technologien

Im Folgenden werden die einzelnen Bereiche skizziert und anhand der Forschungsliteratur diskutiert. Das Kapitel schließt mit einem Fazit und Implikationen der dargelegten Überlegungen für Bildungspraxis und -forschung.

Lernen mit Medien und Technologien

Fördert der Einsatz von Medien das Lernen? Ist eine neue Technologie besser für das Lernen als eine etablierte Technologie wie das Buch? Diese und ähnliche Fragen stehen meist im Mittelpunkt, wenn es um das Lernen mit Medien und Technologien geht. Es ist nachvollziehbar, dass solche Fragen die Bildungspraxis beschäftigen. Der Einsatz neuer Medien und Technologien ist immer mit einer gewissen Anstrengung verbunden, etwa dem Erlernen neuer Kompetenzen oder der Etablierung technischer Infrastruktur (Kerres, 2018; Petko, 2020). Entsprechend soll sich dieser Aufwand lohnen und das Lernen verbessern. In der Forschung wird die Annahme der potenziell lernförderlichen Wirkung neuer Medien und Technologien seit Jahrzehnten intensiv diskutiert (Clark, 1994; Kozma, 1994; Mishra et al., 2009; Scheiter, 2021). Drei Forschungslinien lassen sich identifizieren:

Studien zu (1) Medieneffekten untersuchen, ob mit bestimmten Medien und Technologien gelernt werden kann bzw. besser gelernt werden kann. Eine der bekanntesten und einflussreichsten Studien zu spezifischen Medieneffekten untersucht das Lernen mit Buch im Vergleich zum Lernen mit Video (Salomon, 1984). Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass Lernende das verwendete Video als einfach wahrnahmen und weniger mentale Anstrengung aufbrachten als beim Lernen mit dem Buch. Folglich schnitten die Lernenden der Buch-Gruppe bei Leistungstests besser ab. Zahlreiche ähnliche Studien folgten auf jene von Salomon, einzig die zu vergleichenden Medien bzw. Technologien wurden variiert. Zum Beispiel zeigten Buchner und Kerres (2023) kürzlich auf, dass Erkenntnisse zu den Lerneffekten von Augmented Reality (AR), definiert als die Erweiterung der Realität um virtuelle Informationen (Azuma et al., 2001), auf Vergleichen mit „traditionellen“ Lernmedien basieren. Zahlreiche Probleme dieser als Medienvergleichsstudien bezeichneten Forschungsarbeiten lassen sich identifizieren, weshalb die Aussagekraft dieser Studien für Theorie und Praxis als gering eingestuft wird (Clark, 1983; Feldon et al., 2021; Hodges et al., 2020; Reeves, 1995).

Zuallererst lässt sich feststellen, dass in Medienvergleichsstudien Lernmedium und Lehrmethode vermischt werden. Zum Beispiel bezeichnen Autor:innen solcher Studien ihre Experimentalgruppen als „AR-Lehrmethode“ oder „Methode des Videolernens“. Diese „neue“ Lehrmethode wird dann einem sogenannten „traditionellen Lehransatz“ gegenübergestellt (Honebein & Reigeluth, 2021b). Unklar bleibt, was ein traditioneller Lehransatz sein soll, da keine Details dazu in Medienvergleichsstudien ausgewiesen werden. Bildungsmedien stellen zudem keine Lehr- oder Lernmethode dar, entsprechende Bezeichnungen sind irreführend.

Weiter zeigt sich, dass in Medienvergleichsstudien die Ergebnisse mitunter vorab feststehen, da ungleiche Bedingungen in Experimental- und Kontrollgruppen etabliert werden (Kerres, 2018). Dies lässt sich darauf zurückführen, dass in

Medienvergleichsstudien Bildungstechnologien eingesetzt werden, die von den Autor:innen eigens entwickelt wurden. Entsprechend ist das Ziel der Studie zu zeigen, dass die Anwendung ihren Zweck erfüllt und im Vergleich zum Lernen mit vorhandenen Bildungsmedien besser ist. Problematisch dabei ist, dass die von den Teilnehmenden der jeweiligen Bedingungen ausgeführten Lernaktivitäten ignoriert werden. Wird z. B. eine AR-Anwendung für forschend-entdeckendes Lernen in der Experimentalgruppe genutzt, führen die Lernenden vielfältige Lernaktivitäten aus, die ihnen eine vertiefte Auseinandersetzung mit den Inhalten erlauben. Wird diese Form des Lernens einer Kontrollgruppe gegenübergestellt, in der die Lernenden primär in einem Schulbuch lesen und keine weiteren Lernaktivitäten ausführen, kann in Anlehnung an Chi und Wylie (2014) festgestellt werden, dass aktiv-konstruktives Lernen (in der AR-Bedingung) mit passivem Lernen (Schulbuch) verglichen wird. Werden nun Unterschiede zugunsten der AR-Bedingung gefunden, beruhen diese nicht auf dem Technologieeinsatz, sondern sind das Resultat ungleicher – konfundierter – Untersuchungsbedingungen.

Um diese Limitationen zu adressieren, werden in Studien zu (2) Designprinzipien insbesondere Forschungsdesigns angewandt, die die Informationspräsentation und/oder didaktische Parameter (z. B. Lernaktivitäten), nicht jedoch das Medium oder die Technologie, variieren. Solche Studien untersuchen, wie Medien und Technologien lernwirksam gestaltet und eingesetzt werden können. Erkenntnisse zur lernwirksamen Präsentation von Informationen stammen aus Forschungsarbeiten des multimedialen Lernens (Mayer, 2020). Basierend auf diesen Arbeiten lassen sich zahlreiche effektive Designprinzipien für die Gestaltung von Lernmedien ableiten. Zum Beispiel sollten Bilder kombiniert mit gesprochener Sprache dargeboten werden, Videos zusammen mit Lernaktivitäten eingesetzt werden und auf ablenkende Reize wie dekorative Bilder verzichtet werden (Mayer, 2020; Mayer et al., 2020).

Erkenntnisse zum lernförderlichen Einsatz von Medien und Technologien entstammen mediendidaktischen Forschungsarbeiten (Kerres, 2018; Petko, 2020). In solchen Studien wird zum Beispiel das Lernen mit AR dem Lernen mit AR unter veränderten didaktischen Bedingungen gegenübergestellt (Buchner, 2022; Wu et al., 2018). Resultate aus solchen Studien demonstrieren, dass potenziell lernhinderlichen Eigenschaften wie Hedonismus (Zumbach et al., 2022) mittels Einbettung in ein didaktisches Design entgegengewirkt werden kann. Unter Hedonismus wird in diesem Zusammenhang verstanden, dass Lernende eine Technologie als bloßes Unterhaltungsmedium wahrnehmen und nicht als Bildungsmedium, welches die Förderung von Lernzielen unterstützt.

Kritik an Studien zu den Designprinzipien betrifft vor allem die meist künstlich geschaffenen Lernsituationen in Laboren sowie die vernachlässigte Berücksichtigung von Kontextfaktoren (z. B. des Unterrichtsalltags). Anders ist dies bei Ansätzen (3) gestaltungsorientierter Forschung, etwa *Educational Design Research* (McKenney & Reeves, 2019) oder der gestaltungsorientierten Bildungsforschung

(Kerres, Sander, et al., 2022). Solche Studien zeichnet aus, dass eine enge Kooperation zwischen Forschenden und Personen der Bildungspraxis eingegangen wird. Auf der Basis dieser Kooperation werden Bedürfnisse und Anforderungen im Feld analysiert, sodass im Anschluss gemeinsam Lösungen für diese erarbeitet werden. Beispielhaft soll an dieser Stelle auf die Arbeiten von Mulders (2022; sowie Mulders et al., 2022, 2023) sowie von Schallert et al. (2022a, 2022b) verwiesen werden.

Unter Betrachtung der verschiedenen Forschungsansätze zum Lernen mit Medien und Technologien sowie der Berücksichtigung der Stärken und Schwächen, kann zusammenfassend festgestellt werden, dass Erfolge/Misserfolge beim Einsatz von Medien und Technologien immer abhängig sind von der didaktischen Rahmung. Dies bedeutet, dass zunächst Potenziale und Herausforderungen bestimmter Medien und Technologien erkannt und bekannt sein müssen. So erscheint es aus (medien-)didaktischer Perspektive z. B. wenig sinnvoll, über Virtual-Reality-Brillen Wissen zu vermitteln, etwa indem Vorlesungen in den virtuellen Raum verlagert werden (Kerres, Mulders, et al., 2022). Damit wird das Potenzial dieser Technologie, etwa das Erleben von authentischen Lernsituationen und das Modellieren von Lerninhalten mit den Händen (Buchner, 2023b; Mulders, 2023), nicht eingelöst. Zugleich müssen bei didaktisch begründeten Einsätzen von Virtual-Reality-Brillen, etwa zur Adressierung affektiver Lernziele im Bereich Bildung für nachhaltige Entwicklung oder zum Zwecke der politischen Bildung (Schwarz & Mauersberger, 2023; Spangenberg et al., 2024), Kontextfaktoren berücksichtigt werden. Als Beispiel für den Einsatz von Virtual-Reality-Brillen sei hier auf die Studien von Southgate et al. (2019) sowie Zender et al. (2022) verwiesen, in denen deutlich wird, dass multiple Herausforderungen bei der Implementation solch technisch anspruchsvoller Bildungsmedien zu bewältigen sind.

Gelingt es, Potenziale zu erkennen und durch Berücksichtigung der Herausforderungen einzulösen, können Medien und Technologien zu Lernmöglichkeiten führen, die ohne deren Einsatz nicht möglich wären. Als Beispiel sei auf die Möglichkeiten digitaler Spiele und Simulationen, etwa im Rahmen naturwissenschaftlichen Lernens und Experimentierens, verwiesen. Solche Lernräume zeichnet aus, dass Lernende Inhalte aktiv modellieren können, unmittelbares Feedback zur Verfügung steht und damit in der Folge individuelleres Lernen gefördert werden kann (Clark et al., 2016; Hillmayr et al., 2020; Lajoie, 2021; Tokac et al., 2019; Zumbach, 2021). Weiter zeigt sich in Studien, dass das Lernen mit Medien und Technologien affektive Lernziele positiv adressieren kann, etwa die Förderung intrinsischer Motivation und Interesse (Akçayır & Akçayır, 2017; Boyle et al., 2016; Jeong et al., 2019).

Als Fazit für das Lernen mit Medien und Technologien lässt sich feststellen, dass deren Einsatz unter Berücksichtigung der skizzierten Herausforderungen neue didaktische Methoden begünstigt, Lernprozesse intensivieren kann, neue

Lernräume schafft und somit Lerngelegenheiten für diverse Zielgruppen eröffnet (Honebein & Reigeluth, 2021a; Kerres, 2021; Müller & Mildenerger, 2021; Petko, 2020; Scheiter, 2021).

Lernen über Medien und Technologien

Wie erkenne ich Falschnachrichten im Internet, wie schütze ich meine persönlichen Daten auf Social Media und ab wann ist die Nutzung von Webangeboten wie Tik Tok oder digitalen Spielen zu viel? Diese und viele andere Fragen werden beim Lernen über Medien und Technologie gestellt und bearbeitet. Lernen über Medien und Technologien blickt auf eine lange Geschichte zurück. Heute kann von einem Konsens darüber gesprochen werden, dass in der zunehmend digitalen Welt Kompetenzen (Wissen, Fähigkeiten und Einstellungen) gefördert werden müssen, die Lernende auf allen Bildungsstufen zu gestaltender und souveräner Mediennutzung befähigen (Iske & Barberi, 2022; Kerres, 2020). Das Interessante an diesem Konsens ist, dass er über das Feld der Medienpädagogik hinaus von einer Breite an Forschungsdisziplinen getragen wird, etwa der Mediendidaktik, Medienpsychologie, Klinischen Kinder- und Jugendpsychologie, Germanistik, Kommunikationswissenschaft und der Informatik (Brinda et al., 2019; Dengel, 2018; Felnhofer, 2022; Gesellschaft für Informatik, 2016; Krämer et al., 2016; Tulodziecki et al., 2019).

Empirisch lässt sich nachweisen, dass ein Lernen über Medien und Technologien positive Auswirkungen auf das Medienverhalten von Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen hat. Walther et al. (2014) konnten etwa zeigen, dass der Einsatz des Programms *Vernetzte www.Welten* bei 12-jährigen zu einer signifikanten Reduktion der Gaming-Zeit und Gaming-Frequenz im Vergleich zu einer Kontrollgruppe führte. Ebenso zeigte sich für Personen der Experimentalgruppe ein geringeres Risiko für Internetabhängigkeit. Bonnaire et al. (2019) konnten in ihrer Studie mit 13-jährigen zeigen, dass eine Intervention zum Thema Mediennutzung die Spiel- und Internetzeit signifikant reduzieren konnte im Vergleich zu einer Kontrollgruppe ohne Intervention.

Wie wichtig Wissen über den Umgang mit Medien und Technologien im Erwachsenenalter sein kann, zeigt die Studie von Pedersen et al. (2022): Stellen Eltern im Haushalt Regeln hinsichtlich der Nutzung medialer Angebote auf, reduziert sich das Risiko der exzessiven Nutzung bei den Kindern.

Insbesondere der Umgang mit im Internet und auf Social Media verbreiteten Informationen erfuhr in jüngster Zeit viel Aufmerksamkeit, da bewusst und zielgerichtet verbreitete Des- und Fehlinformationen, summiert unter dem Schlagwort Fake News, zunehmend eine Gefahr für das gesellschaftliche Zusammenleben darstellen (Lewandowsky & van der Linden, 2021; Traberg et al., 2022). Mittlerweile liegt eine Vielzahl an Studien vor, die nachweisen, dass das Lernen

über Fake News das Erkennen solcher Des- und Fehlinformationen begünstigt. Als effektiv haben sich problembasierte (z. B. Scheibenzuber et al., 2021) und spielerische Ansätze (Kiili et al., 2024) herausgestellt. In einer Reihe von Untersuchungen konnte etwa gezeigt werden, dass das Online-Spiel *Bad News Game* die Einschätzung der Zuverlässigkeit von Twitter-Postings und das Unterscheiden zwischen wahren und falschen Informationen signifikant und mit großer Effektstärke verbessert sowie die Zuversicht in die eigene Fähigkeit erhöht, zukünftig Falschnachrichten identifizieren zu können (Basol et al., 2020; Maertens et al., 2021; Roozenbeek & van der Linden, 2019). Für das AR Escape Game *Escape Fake* (Paraschivoiu et al., 2021) konnten ebenso in mehreren Studien positive Effekte nachgewiesen werden: auf den Erwerb von Wissen über Fake News, das Unterscheiden-Können zwischen wahren und falschen Informationen, die kritische Einstellung gegenüber Onlineinformationen sowie die Zuversicht, auch in Zukunft Fake News erkennen zu können (Buchner, 2023a, 2024; Buchner & Höfler, 2024).

Die Bedeutsamkeit des Lernens über Medien und Technologien hat auch die Bildungspolitik erkannt. Als Vorreiterin kann hier die Schweiz genannt werden. Bereits ab dem Schuljahr 2016/17 haben manche Kantone den neuen Lehrplan 21 eingeführt (Deutscheschweizer Erziehungsdirektoren-Konferenz, 2016). Dieser beinhaltet mit dem Modul „Medien und Informatik“ einen eigenen Unterrichtsgegenstand, der Themen wie Programmieren, Fake News, Verhalten im Netz, Grundlagen von Computersystemen und Computational Thinking als fixe Bestandteil des schulischen Lernens verankert. Zudem werden im Lehrplan 21 Anwendungskompetenzen ausgewiesen, die in allen Fächern gefördert werden sollen (Döbeli Honegger, 2017).

In Österreich wurde das Lernen über Medien und Technologien zunächst als unverbindliche Übung an Schulen erprobt. Ab dem Schuljahr 2022/23 wurde der verbindliche Gegenstand „Digitale Grundbildung“ eingeführt (Himpl-Gutermann et al., 2022). Der Lehrplan orientiert sich an dem interdisziplinären Modell Frankfurt-Dreieck (Brinda et al., 2019), was von Hug (2022, p. 2) aufgrund der Komplexität von Bildung in der digitalen Welt als vielversprechender Zugang eingeordnet wird. Es soll an dieser Stelle auch darauf hingewiesen werden, dass Kritik am Lehrplan geäußert wurde und wird. So besteht etwa die Herausforderung der Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen, die den Gegenstand unterrichten sollen/können. Zudem gibt es Widersprüchlichkeiten, etwa wenn es um den souveränen Umgang mit Medien und Technologien geht, jedoch gleichzeitig die Abhängigkeit von Plattformen mächtiger IT-Unternehmen aufgrund der Nutzung deren Angebote als Unterrichtswerkzeuge eingefordert wird (vertiefend dazu Hug, 2022; Kayali et al., 2022; Swertz et al., 2022).

Auch in Deutschland gibt es vermehrt Initiativen, um Themen rund um Digitalisierung, Mediatisierung und Digitalität im Unterricht zu verankern. Als Beispiele kann hier auf die Strategien der Kultusministerkonferenz zu „Bildung in

der digitalen Welt“ (KMK, 2016) und „Lehren und Lernen in der digitalen Welt“ (KMK, 2021) sowie auf die Einführung des Fachs „Digitale Welt“ im Bundesland Hessen verwiesen werden (Hessisches Ministerium für Kultus, Bildung und Chancen, n. d.).

Als Fazit für das Lernen über Medien und Technologien lässt sich festhalten, dass eine Teilhabe an der zunehmend digitalen Welt Kompetenzen voraussetzt, die Kinder, Jugendliche und Erwachsene zu (Mit-)Gestaltenden ebendieser befähigt. Themen aus den Bereichen Medien (z. B. Informationskompetenz) und Technologien (z. B. Maschinelles Lernen) sollten daher auf allen Bildungsstufen als Lerninhalte Berücksichtigung finden (Dengel, 2018; Kerres, 2020; Rütli-Joy et al., 2023).

Lernen trotz Medien und Technologien

Beim Lernen trotz Medien und Technologien gilt es zwei Perspektiven zu betrachten. Die erste Perspektive verweist auf die Herausforderung ablenkender Effekte beim Einsatz von Medien und Technologien in Lehr-Lern-Settings (Döbeli Honegger, 2016, p. 76). Als Beispiel kann auf die bereits angeführte Studie von Zumbach et al. (2022) verwiesen werden: In der Studie lernte eine Gruppe von Schülerinnen und Schülern signifikant besser Informationen über das menschliche Verdauungssystem mithilfe eines klassischen Lehrmediums (Text-Bild-Kombination) als eine Gruppe von Schülerinnen und Schülern, die mit einem AR-Lehrmaterial lernten. Als Erklärung für diesen Effekt verweisen Zumbach et al. (2022) auf die Neuartigkeit des Lernens mit dieser Technologie und der damit verbundenen hedonistischen Wirkung. Dies bedeutet, dass die Lernenden AR als spannende und interessante Technologie wahrnahmen, jedoch nicht als *echtes Lernmedium* (Buchner, 2023b). Entsprechend hatten sie zwar Freude am Arbeiten mit dem AR-Lehrmittel, investierten aber nicht genügend kognitive Anstrengung, sodass die Informationen im Arbeitsgedächtnis verarbeitet und ins Langzeitgedächtnis transferiert werden konnten. In anderen Studien wurde nachgewiesen, dass die bloße Anwesenheit digitaler Endgeräte (Smartphones) eine ablenkende Wirkung haben kann (Skowronek et al., 2023; Stothart et al., 2015).

Bei genauerer Betrachtung der Forschungsliteratur wird jedoch deutlich, dass dieser Effekt überschätzt wird (Bjerre-Nielsen et al., 2020). So lassen sich mittlerweile zahlreiche Studien identifizieren, die keine negativen Effekte auf die Aufmerksamkeit durch die bloße Anwesenheit eines Smartphones nachwiesen (Bjerre-Nielsen et al., 2020; Hartmann et al., 2020). Eine aktuelle Übersichtsarbeit kommt zum Schluss, dass in bisherigen Studien die eigentlichen Mechanismen für die ablenkende Wirkung von digitalen Endgeräten ignoriert wurden, etwa das Anzeigen von Benachrichtigungen oder die Dauer der Nutzung, und aufgrund

der vorhandenen Studienlage davon ausgegangen werden muss, dass die Nutzung von Smartphones auch positive Auswirkungen auf kognitive Funktionen haben kann (Liebherr et al., 2020).

Aus (medien-)didaktischer Perspektive bieten diese Befunde hilfreiche Informationen dazu, wie trotz einer potenziell ablenkenden Wirkung Lernprozesse mithilfe neuer Medien und Technologien angeregt und gefördert werden können. Das Ziel ist es, Medien und Technologien zielgerichtet in ein didaktisches Design zu integrieren, sodass die Nutzung die Förderung von Lernzielen adressiert. Wie dies gelingen kann, soll das folgende Beispiel aus der Forschung zum Lernen mit VR verdeutlichen: Parong und Mayer (2018) untersuchten in ihrer Veröffentlichung zunächst, ob das Lernen mit einer VR-Simulation besser ist als das Lernen mit einer multimedialen Präsentation. Die Ergebnisse zeigten, dass mithilfe der multimedialen Präsentation, bestehend aus Text und Bildern, signifikant besser gelernt werden konnte. Als Erklärung hielten die Autorin und der Autor fest, dass VR die Lernenden davon ablenkte, sich vertieft mit den Inhalten auseinanderzusetzen (Studie 1 in Parong & Mayer, 2018). In der zweiten Studie unterteilten Parong und Mayer (2018) die Inhalte der VR in kurze Abschnitte und forderten von den Teilnehmenden ein, dass sie kurze Zusammenfassungen in eigenen Worten der zuvor in der VR erfahrenen Inhalte anfertigen. In einer Kontrollgruppe lernten die Teilnehmenden ohne diese Segmentierung und ohne das Zusammenfassen der Inhalte. Die Ergebnisse von Studie 2 in Parong und Mayer (2018) demonstrieren, dass die Einbettung von VR in ein didaktisches Design den Ablenkungseffekt aushebeln kann und das Lernen signifikant verbessert im Vergleich zu der Nutzung von VR ohne weitere Didaktisierungen. Ein weiteres interessantes Detail an dieser Studie ist, dass sich zwischen der Experimentalgruppe und der Kontrollgruppe keine signifikanten Unterschiede bei der Bewertung der VR-Lernerfahrung zeigten. Lernende in beiden Bedingungen berichteten hohe Werte für die Variablen Motivation, Interesse und andere affektive Faktoren wie etwa Freude. Dies ist ein Hinweis darauf, dass die emotional-motivationale anregende Wirkung der VR-Simulation nicht unter der Didaktisierung litt.

Die zweite Perspektive beim Lernen trotz Medien und Technologien bekräftigt die Bedeutsamkeit von Wissen bzw. Wissenserwerb, um in der Folge an der Wissensgesellschaft teilhaben und diese (mit-)gestalten zu können. Diese Perspektive geht zurück auf den Mythos, dass im 21. Jahrhundert vorrangig „Skills“ trainiert werden müssen und die Aneignung von Wissen (knowledge) obsolet wird (Christodoulou, 2014; De Bruyckere et al., 2015). Kalz (2023) beschreibt dies als implizite Abwertung von Wissen, etwa wenn in Bildungsinstitutionen die Förderung von „Zukunftskompetenzen“ im Gegensatz zu Fachwissen eingefordert wird.

Die Debatte über die Bedeutsamkeit des Wissens hängt stark mit technologischen Entwicklungen zusammen. So wird etwa argumentiert, dass Wissen schnell und jederzeit über Suchmaschinen und neuerdings generative,

künstlich-intelligente Sprachmodelle abgerufen werden kann. Folglich braucht es Wissen bzw. den Erwerb von Wissen nicht mehr, sondern Fähigkeiten im Umgang mit diesen Technologien (Christodoulou, 2014; De Bruyckere et al., 2015). Wie problematisch diese Sichtweise ist, kann anhand der aktuellen Entwicklungen im Bereich Künstliche Intelligenz (KI) mitverfolgt werden. Zum einen, da aktuelle KI-Systeme wie ChatGPT falsche, verzerrte oder gar diskriminierende Informationen ausgeben und Lernende ohne kritische Überprüfung, wofür es Wissen braucht, dieses *vermeintliche* Wissen übernehmen (Kasneji et al., 2023). Zum anderen, da Lernende KI-Tools nutzen, um Aufgaben oder Aktivitäten mit dem Ziel des Wissenserwerbs nicht selbst ausführen. So kann etwa mithilfe von KI eine Mind-Map zu einem Thema in Sekunden angefertigt werden. Was dabei jedoch vergessen wird ist, dass der Prozess der Anfertigung einer Mind-Map zu einem Inhalt eine effektive Lernaktivität darstellt, die Lernende neues Wissen konstruieren lässt (Fiorella & Mayer, 2016). Wird die Anfertigung der Mind-Map an die KI ausgelagert, liegt zwar eine übersichtliche und veranschaulichte Sammlung zu einem Thema (vermeintliches Wissen) vor. Es muss jedoch hinterfragt werden, ob der/die Lernende die Mind-Map versteht, um in der Folge das Wissen zu einem Thema für weitere Aufgaben nutzen zu können.

Für das Lernen trotz Medien und Technologien lässt sich zusammenfassen, dass die didaktisch begründete und zielgerichtete Implementierung ebensolcher in Lehr-Lern-Settings potenziellen Ablenkungseffekten entgegenwirken kann und folglich Lernziele adressiert werden können. Zudem machen technologische Entwicklungen die Vermittlung und den Erwerb von Wissen nicht obsolet, sondern sie verdeutlichen, wie wichtig Wissen ist, sodass die Potenziale von Medien und Technologien auch genutzt werden können.

Fazit und Implikationen

Medien, digitale wie analoge, haben immer schon zu Spannungen in der Bildung geführt. Das Ziel dieses Kapitels war es, dichotomen Betrachtungen entgegenzustehen und anhand der Forschungsliteratur aufzuzeigen, dass die zunehmende Digitalisierung für Akteur:innen des Bildungswesens sowohl Chancen bietet als auch Herausforderungen mit sich bringt. Trotz der zu erwartenden dynamischen Entwicklungen im Feld KI und der damit wahrscheinlich verbundenen Notwendigkeit neue Argumente für eine *Bildung in der digitalen und KI-geprägten Welt* zu explorieren, können anhand der Ausführungen im Kapitel konkrete Implikationen für die Bildungspraxis und die Bildungsforschung formuliert werden:

Zunächst kann festgestellt werden, dass Lernende auf allen Bildungsstufen Wissen, Fähigkeiten und Einstellungen erwerben müssen, sodass sie zu (Mit-) Gestaltenden der zunehmend digitalen Welt befähigt werden. Dies kann durch ein Lernen mit Medien und Technologien passieren, sodass die Möglichkeiten

digitaler Lernräume und technologischer Entwicklungen wie VR oder KI erkannt und in der Folge für die persönliche Weiterentwicklung genutzt werden können. Weiter braucht es ein Lernen über Medien und Technologien, sodass etwa Fake News entschlüsselt werden können und das Magische an KI-Systemen entzaubert wird. Zudem machen Medien und Technologien die Vermittlung und den Erwerb von Wissen nicht obsolet – Menschen müssen weiterhin lernen trotz rasanter medialer und technologischer Entwicklungen.

Auf der Basis dieser kritisch-optimistischen Position (Trültzsch-Wijnen, 2023), in Anlehnung an Kerres (2020) als Bildung in der digitalen Welt bezeichnet, lassen sich Implikationen für die Bildungspraxis und -forschung ableiten.

Für die Bildungspraxis zeigt diese komplexe Auseinandersetzung mit Phänomenen der Digitalisierung in der Bildung Argumente auf, die bei der Bewältigung dichotom geführter Debatten Unterstützung bieten können. So können etwa Lehrpersonen anhand der Ausführungen in diesem Kapitel begründen, warum mediale Angebote zum Zwecke des Lernens eingesetzt werden oder warum Schüler:innen Kompetenzen im Umgang mit Social Media erwerben sollen. In der Lehrpersonenbildung – Aus, Fort- und Weiterbildung – sollte darauf geachtet werden, dass Diskussionen rund um das Thema Digitale Medien und Bildung auf der Grundlage der Forschungsliteratur geführt werden. Handreichungen von Lehrerverbänden, populärwissenschaftliche Publikationen oder Positionspapiere von Vereinen sollten kritisch(er) gelesen werden und mit den hier dargestellten Argumenten abgeglichen werden.

Die Bildungsforschung sollte sich verstärkt mit der Frage beschäftigen, wie wir die Komplexität des Themas Digitale Medien und Bildung effektiv und verständlich vermitteln können. Dazu braucht es etwa spezifische Curricula (z. B. zu KI, Schallert-Vallaster et al., 2024) sowie didaktische Designs. Buchner und Hofmann (2022) etwa haben ein forschungsbasiertes didaktisches Design zur Gestaltung von AR/VR-Lernarrangements auf der Basis mediendidaktischer Überlegungen entwickelt. Zentraler Bestandteil dieses Designs ist die kritische Betrachtung von Medienvergleichsstudien sowie das Kennenlernen von Chancen und Herausforderungen beim Einsatz dieser Technologien.

Weitere Implikationen für die Bildungsforschung betreffen die Planung und Durchführung langfristiger Studien, um die Effekte beim Lernen mit Medien und Technologien, z. B. auf affektive Lernziele, besser zu verstehen. Zudem wäre es interessant zu untersuchen, inwieweit das Lernen mit Medien und Technologien ein Lernen über Medien und Technologien fördert.

Da zu erwarten ist, dass auch in den nächsten Jahren neue technologische Entwicklungen den Bildungsbereich erreichen werden, sollten zukünftige Studien vermehrt untersuchen, ob sich generalisierbare Kriterien für einen Ablenkungs-freien Einsatz von Medien und Technologien in Lehr-Lern-Settings finden lassen.

Zudem sollte die Bildungsforschung empirische Studien zu den Auswirkungen von KI im Unterricht durchführen. Auf der Basis der Ausführungen in

diesem Kapitel sei von simplen Medienvergleichen abgeraten, dennoch sollten kritische Überprüfungen stattfinden. Das skizzierte Beispiel zu den Auswirkungen von KI-generierten Mind-Maps kann als Ausgangspunkt für solche kritischen Studien dienen.

Um Bildung in der digitalen, und zukünftig KI-geprägten, Welt zu verstehen, wurde in diesem Kapitel ein holistischer Zugang bestehend aus den Bereichen Lernen mit, über und trotz Medien und Technologien vorgeschlagen. Es wird Aufgabe von Praxis und Forschung sein, dieses holistische Verständnis aufzugreifen und zu diskutieren, sodass zukünftige Debatten zu digitalen Medien und Bildung jenseits dichotomer Positionierungen geführt werden können.

Literatur

- Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>
- Azuma, R., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., & MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21(6), 34–47. <https://doi.org/10.1109/38.963459>
- Basol, M., Roozenbeek, J., & Van der Linden, S. (2020). Good News about Bad News: Gamified Inoculation Boosts Confidence and Cognitive Immunity Against Fake News. *Journal of Cognition*, 3(1), 2. <https://doi.org/10.5334/joc.91>
- Bjerre-Nielsen, A., Andersen, A., Minor, K., & Lassen, D.D. (2020). The Negative Effect of Smartphone Use on Academic Performance May Be Overestimated: Evidence From a 2-Year Panel Study. *Psychological Science*, 31(11), 1351–1362. <https://doi.org/10.1177/0956797620956613>
- Bonnaire, C., Serehen, Z., & Phan, O. (2019). Effects of a prevention intervention concerning screens, and video games in middle-school students: Influences on beliefs and use. *Journal of Behavioral Addictions*, 8(3), 537–553. <https://doi.org/10.1556/2006.8.2019.54>
- Boyle, E. A., Hainey, T., Connolly, T.M., Gray, G., Earp, J., Ott, M., Lim, T., Ninaus, M., Ribeiro, C., & Pereira, J. (2016). An update to the systematic literature review of empirical evidence of the impacts and outcomes of computer games and serious games. *Computers & Education*, 94, 178–192. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.11.003>
- Brandhofer, G. (2017). Lehr-/Lerntheorien und mediendidaktisches Handeln. Eine Studie zu den digitalen Kompetenzen von Lehrenden an Schulen. Tectum.
- Brinda, T., Brügger, N., Diethelm, I., Knaus, T., Kommer, S., Kopf, C., Missomelius, P., Leschke, R., Tilemann, F., & Weich, A. (2019). *Frankfurt-Dreieck zur Bildung in der digital vernetzten Welt: Ein interdisziplinäres Modell*. <https://doi.org/10.18420/INFOS2019-A1>
- Buchner, J. (2022). Generative learning strategies do not diminish primary students' attitudes towards augmented reality. *Education and Information Technologies*, 27(1), 701–717. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10445-y>
- Buchner, J. (2023a). Effekte eines Augmented Reality Escape Games auf das Lernen über Fake News. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 51, 65–86. <https://doi.org/10.21240/mpaed/51/2023.01.12.X>
- Buchner, J. (2023b). Wie Augmented und Virtual Reality Lernen bewirken können. In G.Brandhofer & C. Wiesner (Eds.), *Didaktik in einer Kultur der Digitalität. Wirkmächtige Mediendidaktik, zukunftsorientierte Pädagogik* (pp. 71–90). Klinkhardt.
- Buchner, J. (2024). Playing an Augmented Reality Escape Game Promotes Learning About Fake News. *Technology, Knowledge and Learning*. <https://doi.org/10.1007/s10758-024-09749-y>
- Buchner, J., & Höfler, E. (2024). Can pre-service teachers learn about fake news by playing an augmented reality escape game? *Contemporary Educational Technology*, 16(2), ep504. <https://doi.org/10.30935/cedtech/14335>

- Wu, P.-H., Hwang, G.-J., Yang, M.-L., & Chen, C.-H. (2018). Impacts of integrating the repertory grid into an augmented reality-based learning design on students' learning achievements, cognitive load and degree of satisfaction. *Interactive Learning Environments*, 26(2), 221–234. <https://doi.org/10.1080/10494820.2017.1294608>
- Zender, R., Buchner, J., Schäfer, C., Wiesche, D., Kelly, K., & Tüshaus, L. (2022). Virtual Reality für Schüler:innen: Ein „Beipackzettel“ für die Durchführung immersiver Lernszenarien im schulischen Kontext. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 47, 26–52. <https://doi.org/10.21240/mpaed/47/2022.04.02.X>
- Zumbach, J. (2021). *Digitales Lehren und Lernen* (1. Aufl). Kohlhammer.
- Zumbach, J., von Kotzebue, L., & Pirklbauer, C. (2022). Does Augmented Reality Also Augment Knowledge Acquisition? Augmented Reality Compared to Reading in Learning About the Human Digestive System? *Journal of Educational Computing Research*, 60(5), 1325–1346. <https://doi.org/10.1177/073563312111062945>

Informatik und die Digitalisierung in der Schule

Tobias Kohn

Einleitung

Seit sich die Informatik im Laufe des 20. Jahrhunderts als eigene Disziplin herausgebildet hat, pflegt sie eine komplizierte Beziehung zu den Rechenmaschinen und der öffentlichen Wahrnehmung. Zum einen ist es gerade die technologische Entwicklung dieser Rechenmaschinen, die das Interesse in die Informatik entfacht und damit deren Entwicklung entscheidend unterstützt hat. Auf der anderen Seite wird die Informatik aber auch nicht müde zu betonen, dass sie Prozesse untersucht, die nicht an Maschinen gebunden sind (Tedre, 2018; Tedre & Denning, 2016). Während im Englischen der Begriff „Computer Science“ offensichtlich eng mit dem Begriff des Computers verknüpft ist, erleben wir auch im Deutschen eine beachtliche Vielfalt an Interpretationen des Begriffs „Informatik“. Die Berufsbezeichnung „Informatiker“ bezieht sich daher ähnlich wie etwa „Maler“ auf eine Reihe von effektiv unterschiedlichen Berufen.

Diese große Vielfalt an Auffassungen darüber, was denn Informatik ist, spiegelt sich auch in den Bestrebungen wieder, Informatik an den Schulen zu verankern. Unbestritten ist in der Regel die Notwendigkeit der Einführung der Informatik. Verschiedenste Seiten sprechen dann aber oft von ganz anderen Inhalten, Methoden und Gründen. Insbesondere finden wir auch hier die Unterscheidung zwischen Informatik als Maschinen-bezogene Disziplin, die der breiten Durchdringung der Gesellschaft und Arbeitswelt durch Computer Rechnung trägt und der Informatik als Wissenschaft der Algorithmik, die sich über das Lösen von allgemeinen Problemen definiert. Eine bekannte Aussage der letzteren Strömung ist etwa, dass sich die Informatik genausowenig auf Computer beziehe wie die Astronomie auf Teleskope¹. In den letzten Jahren hat sich zudem stark die „Computational Thinking“-Bewegung herausgebildet, deren Ursprünge bis zu den Anfängen der Informatik zurückgehen, die aber durch einen Artikel von Wing (2006) verstärkt in den Fokus gerückt ist und Auftrieb erfahren hat (Tedre & Denning, 2016).

Der Informatik als Disziplin steht die Digitalisierung als Phänomen gegenüber. Zunächst einmal bezieht sich „digital“ auf die Verwendung von diskreten

1 Oft Dijkstra zugeschrieben, ist die Herkunft dieses Vergleichs unklar.

Zeichen zur Informationsdarstellung, wird aber im modernen Sprachgebrauch zusehends als Bezeichnung für die elektronische Datenverarbeitung verwendet. Die Digitalisierung als gesellschaftliches Phänomen ist nicht eigentlich Gegenstand der Informatik: Im schulischen Kontext liefert die Informatik zwar die nötigen Grundlagen, um digitale Systeme technisch zu verstehen, kann aber eine vertieft kritische Auseinandersetzung mit dem gesellschaftlichen Phänomen nicht wirklich leisten. Vor allem aber wird umgekehrt mit der Einführung digitaler Geräte in den Schulen weder Informatik betrieben, noch der nötige Diskurs über den sinnvollen Einsatz umgesetzt. Wir bewegen uns daher im Spannungsfeld wo Informatik, die Digitalisierung und eine kritische Auseinandersetzung mit der Digitalisierung miteinander vermengt werden, was insbesondere bildungspolitisch zu sehr unbefriedigenden Resultaten führt.

In diesem Kapitel wollen wir einerseits die Rolle der Informatik und des Informatikunterrichts im Zuge der Digitalisierung herausarbeiten. Dazu umreißen wir zunächst einmal, was mit der digitalen Revolution gemeint ist, welchen Herausforderungen der Informatikunterricht gegenübersteht und was die Informatik leisten kann. Andererseits wollen wir aber auch hinterfragen, was die Digitalisierung selbst leisten kann und welchen Mehrwert sie zur Bildung beiträgt. Zentrale Thesen sind, dass die Digitalisierung ein wirtschaftlich getriebenes gesellschaftliches Phänomen ist, die Informatik als technische Disziplin die Digitalisierung zwar ermöglicht und erklären kann, aber nicht erfordert und dass mit der Digitalisierung noch einmal eine stärkere Konzentration der Bildungspolitik auf berufliche Perspektiven und Ziele erfolgt.

Die Digitale Revolution

Die zunehmende Durchdringung der Gesellschaft durch Computertechnologie, sowie die Virtualisierung verschiedener Lebenswelten durch Social Media wird durch den Gedanken der „digitalen Revolution“ ausgedrückt. Zunächst einmal ist aber festzuhalten, dass es sich trotz der empfundenen hohen Geschwindigkeit um eine Evolution handelt, bei der die aktuellen Technologien aus älteren hervorgegangen sind; alleine die Umsetzung des „papierlosen Büros“ hat an die fünfzig Jahre gedauert und „ChatGPT“ ist erst in seiner dritten Iteration der Öffentlichkeit vorgestellt worden, greift aber auf eine langjährige Entwicklung der Ideen und Technologien zurück (Turing, 1950; Vaswani et al., 2017; Weizenbaum, 1966). Treibende Kraft hinter der wachsenden Verbreitung digitaler Technologien sind insbesondere die verhältnismäßig tiefen Kosten und der Druck aus der Industrie (Kardaras, 2016; Whittaker, 2021). Allerdings sind diese Technologien trotzdem noch immer für einen großen Teil der Bevölkerung unerschwinglich, was zum „Digital Divide“ führt (BBC, 2021; Ma, 2021): Dem Graben zwischen jenen mit und jenen ohne Zugang zur