

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Naturwissenschaftliche Fakultät III
Institut für Informatik

Seminar

Informatik und Gesellschaft

Sommersemester 2020

geleitet durch Prof. Dr. Paul Molitor

Keine Allgemeinbildung ohne Informatik?

Lea-Kathrin Gleißner & Hanae Sefraoui

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit entstand im Rahmen des Seminars „Informatik und Gesellschaft“ (geleitet von Prof. Dr. Molitor, Institut für Informatik der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg) und geht der Frage nach, ob informatische Bildung essentieller Teil einer zeitgemäßen Allgemeinbildung ist. Die im Zuge des Seminars diskutierten Beiträge zur Informatik und Ethik verdeutlichen den hohen Auseinandersetzungsbedarf mit beiden Feldern. Die zunehmend automatisierte Lebensumwelt des Menschen motiviert, nach dem Anteil von informatischer Bildung an Allgemeinbildung zu fragen.

Abgegrenzt von der Medienkunde wird stichhaltig begründet, weshalb Informatik einen Anteil an zeitgemäßer Allgemeinbildung hat. Die Frage „Keine Allgemeinbildung ohne Informatik“ wird dabei zuerst mit Blick auf die bestehenden allgemeinbildenden Systeme und ihre Priorisierung beim Thema informatische Bildung analysiert. Wir begründen weshalb Informatikunterricht an Schulen allgemeinbildend ist. Einen zweiten Zugang zur Frage finden wir durch die Analyse aktueller gesamtgesellschaftliche Vorgänge, bei denen Informatiksysteme eine zentrale Rolle gespielt haben. Das mangelnde Vertrauen der (deutschen) Gesellschaft in solche Systeme legen die Schlussfolgerung einer notwendigen informatischen Bildung, die es ermöglicht, diese Vorgänge zu verstehen und zu beeinflussen, nahe. Programmierkenntnisse und ethische Reflexion im Kontext der Fachwissenschaft zählen in der vorliegenden Arbeit ebenfalls zur Allgemeinbildung, was ausführlich begründet wird.

Gender-Hinweis: Da belegt ist, „dass generische Maskulina zu einer geringeren gedanklichen Einbeziehung von Frauen als von Männern führen“ [49], [vgl. dazu auch 71], verwenden wir in dieser Arbeit die sogenannte Gender-Gap (Student_innen). Sie soll darauf aufmerksam machen, dass die binäre männlich-weiblich-Unterscheidung unvollständig ist und alle Geschlechter inklusiver ansprechen. [vgl. 41] Wir verwenden in dieser Arbeit den Doppelpunkt als Gender-Gap (Student:innen), da dieser „digitale Barriefreiheit bei Screenreadern“ [93] anbietet, also mit Hilfe eines digitalen Glottalverschlusses auch akustisch die Vielfalt der Geschlechter repräsentiert.

Überarbeitung durch den Dozenten: Der vorliegende Text entspricht im Wesentlichen dem ursprünglichen durch Frau Leo-Kathrin Gleißner und Frau Hanae Sefraoui erstellten Bericht. Der Dozent hat lediglich die sehr wenigen Schreib- und Kommatafehler entfernt, einige wenige Umformulierungen durchgeführt sowie an einigen wenigen Stellen die Formatierung angepasst.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Zum Begriff der Allgemeinbildung	4
3	Die zwei Ungleichen: Informatik & Medienkunde	5
3.1	Was ist eigentlich Informatik?	5
3.2	Was ist Medienkunde und welche Konzepte gibt es für digitale Bildung?	6
3.3	„Corona-Digitalisierung“und der Digitalpakt Schule Geht es jetzt bergauf bei der „Bildung in der digitalen vernetzten Welt“?	8
4	Informatik in der Schulbildung: Status Quo	11
4.1	Informatik in der Schule weltweit	11
4.2	Informatik in der deutschen Schule	14
4.3	Die ICILS – Wie steht es um Informatikkompetenzen von Schüler:innen weltweit?	17
5	Wissen ist Macht. – Nichts wissen macht nichts?!	20
5.1	Warum allgemeinbildender Informatikunterricht?	20
5.2	Informatische Bildung als Mittel gegen den „Angriff der Algorithmen“?	25
5.3	Ethik und Programmieren in der informatischen Bildung: Must-Have oder Nice-to-have?	32
6	Schlusswort	36

1 Einleitung

Auf der Website der Martin-Luther Universität Halle-Wittenberg (MLU) findet sich folgender Informationstext über das Lehramtsstudium im Fach Informatik an der MLU:

Fundiert ausgebildete Lehrkräfte können [...] deutlich machen, dass [...] Informatik mit ihren Erkenntnissen heute für die allgemeine Bildung eine genauso große Bedeutung hat wie jedes andere Fach, das fester Bestandteil der Ausbildung ist. ([64])

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Frage nach dem allgemeinbildenden Gehalt der Informatik. Dafür sei vor allem auf die Ausgabe „Informatik und Bildung“ des Informatik Spektrum von 2019 und die Arbeit von Christina Dörge Christina Dörge. *Informatische Schlüsselkompetenzen: Konzepte der Informationstechnologie im Sinne einer informatischen Allgemeinbildung*. Bd. 8. Universitätsverlag Potsdam, 2012 verwiesen.

Die Einführung des Faches Informatik als Pflichtfach in Niedersachsen [vgl. 3] und die politische Diskussion um solche Pflichtfächer mit informatischen Inhalten [vgl. 72] motiviert, nach dem allgemeinbildenden Gehalt der Informatik zu fragen. Die zunehmend digitalisierte Lebenswelt und Phänomene wie die gesellschaftliche Diskussion um die COVID19-App verstärken dies. Wir nähern uns der Frage „Keine Allgemeinbildung ohne Informatik?“ dafür mit zwei Ansätzen:

1. Welche Rolle spielt informatische Bildung in allgemeinbildenden Bildungssystemen, insbesondere im deutschen? Lässt sich daraus der allgemeine Bildungsgehalt der Informatik ableiten? Kann Informatikunterricht in Schulen allgemeinbildend sein und, wenn ja, warum?
2. Ist informatische Bildung Voraussetzung für Mündigkeit in der modernen Lebensumwelt? Gehören ethische Inhalte und Programmierkenntnisse zu informatischer Bildung für moderne Mündigkeit?

Unser Ziel ist es, den allgemeinen Bildungsgehalt der Informatik in dieser Belegarbeit zu untersuchen, um am Ende einen Überblick gegeben zu haben, mit dem eine klare Meinung zur politischen Diskussion um das Pflichtfach Informatik gebildet werden kann.

2 Zum Begriff der Allgemeinbildung

(Allgemein)bildung ist ein Term mit dem oft hantiert, der aber selten klar oder auch kontextuell definiert wird. Diese Arbeit wird von Autorinnen verfasst, die der Pädagogik und der Didaktik fachfremd sind. So kann unsere Beschäftigung mit verschiedenen Bildungsbegriffen allenfalls für diese Arbeit ausreichend, jedoch nicht vollständig sein. Daher gilt es im vorliegenden Bericht zu beachten: Wir argumentieren aus dem Fach Informatik und einem gesamtgesellschaftlichen Kontext - teilweise auch intuitiv - heraus.

Ein gut zugänglicher Text über den Bildungsbegriff kommt von Frank Tosch, der in „Allgemeinbildung und Curriculumentwicklung“ einen historischen Abriss über die Entwicklung allgemeinbildender Konzepte gibt. In dieser Arbeit wird vor allem aus der nach Tosch [vgl. 92] dritten Komponente allgemeiner Bildung im neuzeitlichen Begriff heraus argumentiert: Allgemeine Bildung sei Bildung, „die Teilhabe an allen Bereichen des gesellschaftlichen Wissens und Lebens ermöglich[t]“ [92]. Die nach Tosch erste Komponente „allgemeine Bildung soll erstens sozial sein“ [92] wird im sechsten Kapitel angeschnitten. Für das zweite Merkmal von Allgemeinbildung eine, „die Entfaltung der Persönlichkeit in allen Kompetenzdimensionen eröffnen[de]“ Bildung zu sein [92] sei auf Helmut Wittens „Allgemeinbildender Informatikunterricht? Ein neuer Blick auf H. W. Heymanns Aufgaben allgemeinbildender Schulen“ verwiesen. Witten belegt darin, dass Informatikunterricht die Heymannschen Aufgaben allgemeinbildender Schulen (Beitrag zu „Lebensvorbereitung, [...] Stiftung kultureller Kohärenz, zur Weltorientierung, zur Anleitung zum kritischen Vernunftgebrauch, zur Entfaltung von Verantwortungsbereitschaft, zur Einübung in Verständigung und Kooperation und zur Stärkung des Schüler-Ichs“ [97] [vgl. 42]) erfüllt und ergänzt.

3 Die zwei Ungleichen: Informatik & Medienkunde

Der Informatikunterricht muss sich der wichtigen Aufgabe stellen, ein zutreffendes Bild der Informatik als wissenschaftliche Disziplin frühzeitig zu vermitteln und Interessen am Fach zu wecken. Die öffentliche Wahrnehmung, zum Teil auch der Schulunterricht, reduziert Informatik häufig auf die reine Nutzung von Computern, etwa auf das Bedienen von Standardsoftware, das Installieren von Programmen, Erstellen von Webseiten oder gar nur das Surfen im Internet. ([64])

Das in diesem Passus, der aus der bereits erwähnten Website der MLU stammt, beschriebene Phänomen wird in der bildungspolitischen Diskussion rund um Informatik ziemlich häufig angetroffen. Informatik und Medienbildung, sowie Medien- bzw. Anwendungskompetenz werden nicht nur gleichgesetzt, sondern die Informatik auch auf Letztere reduziert.

3.1 Was ist eigentlich Informatik?

Nach Schwill baut die Informatik auf den drei grundlegenden Ideen Algorithmisierung, strukturierte Zerlegung und Sprache auf. [vgl. 84] Hromkovič beschreibt in *Informatik im Kontext der Allgemeinen Bildung* „digitale Informationsdarstellung“, „Automatisierung“ und „Entwicklung der Computertechnologie“ als „Wurzeln“ der Informatik. [vgl. 45] In Hoffmanns Lehrbuch für die theoretische Informatik werden die vier tragenden Säulen der Informatik als technische, praktische, theoretische und angewandte Informatik genannt [vgl. 43].¹ Barot und Baumgartner beschreiben - neben der übersichtlichen Darstellung des allgemeinbildenden Gehalts von Informatik - diese Säulen in ihrem Artikel *Informatik am Gymnasium*: [vgl. 2]

1. ... die **praktische Informatik**. Diese zielt nach [2] auf die möglichst effiziente algorithmische Lösung eines Problems ab.
2. ... die **technische Informatik**. Diese fragt nach [2] zentral nach dem Bau robuster und schneller Hardware.
3. ... die **theoretische Informatik**, die nach [2] (mathematisch) die Grenzen der Berechenbarkeit und den Algorithmus erfasse und sich ebenfalls mit Effizienz von Laufzeit und Speicherplatz beschäftige.

¹Claus hingegen berücksichtigt bei den nach ihm etablierten Inhalten der Informatik nur eine Dreiteilung und lässt die angewandte Informatik dabei außen vor. [vgl. 19]

4. ... die **angewandte Informatik** - nach [2] die Schnittstelle zu diversen anderen Disziplinen.

Barot und Baumgartner fassen weiterhin treffend zusammen, weshalb es zwar üblich, aber nicht richtig ist, die Informatik auf Anwendungs-, oder Medienkompetenzen zurückzuführen: „[I]n keiner der vier Teildisziplinen der Informatik [steht] das Erlernen der Handhabung von vorgefertigten Softwareprodukten im Vordergrund [...]“ [2]

3.2 Was ist Medienkunde und welche Konzepte gibt es für digitale Bildung?

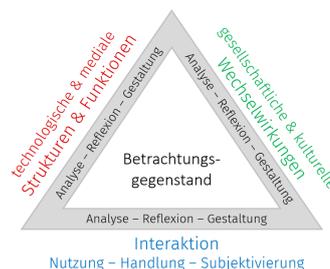
Die „Plattform für digitale Freiheitsrechte“ ([9]) netzpolitik.org hat 2014 in einem Themenspecial das „Buzzword Medienkompetenz“ [vgl. 8]) beleuchtet. Im ersten Eintrag dazu, *Medienkompetenz, quo vadis? Teil I: Was ist das eigentlich?*, werden verschiedene Ansätze zum Begriff dargestellt. So sei der Begriff Medium nach Fluckinger allumfassend und eine Medienkompetenz müsse nicht nur das moderne Medium Internet, sondern auch die traditionellen (z. B. Zeitungen) sowie veralteten Medien (z. B. Höhlenmalereien) umfassen. Die Medienpädagogik nach Baacke gründe sich in den vier Faktoren Medienkunde, -nutzung, -gestaltung und -kritik. [vgl. 8] Die reinen Anwendungskompetenzen, die oft das Verständnis von Medienkompetenz, oder gar Informatik prägen, fallen nach dem Verständnis der Autorinnen dieses Berichtes in den Bereich der Mediennutzung. Die Medienkritik kann unserer Meinung nach auch Züge zum Umgang mit Informatiksystemen vermitteln, wobei diese kein Medium per se bilden müssen. Daher finden wir die Vermischung beider Gebiete nicht zielführend.

In der Diskussion um Informatik und Medienkunde oft genannt und wegen fehlender Komponenten, die die aktive Entwicklung von informatischen Systemen durch die Lernenden fördern, teilweise stark kritisiert, ist das Dagstuhldreieck. [vgl. Abb. 1] Mit dem Ziel klarzumachen, welche Komponenten digitale Bildung enthalten müsse, gibt das Dreieck Informatik und Medienkunde (als Bezugswissenschaften, die bei der entsprechenden Lehrer:innenausbildung „gleichermaßen umfasst“ werden müssten [vgl. 21]) die Verantwortung für „Bildung in der digitalen vernetzten Welt“ [vgl. 21] Harte Kritik am Dagstuhl-Dreieck, der sich die Autorinnen dieses Beitrags anschließen wollen, äußerte Juraj Hromkovič im Editorial einer Ausgabe des GI-Magazins Informatik Spektrum mit dem Schwerpunkt auf „Bildung und Informatik“: „[Das Dagstuhl-Dreieck] betonte die Einheit der Medienwissenschaft, ICT und Informatik und schrieb der Medienkunde die führende Rolle zu. Das ‚Dagstuhl-Dreieck‘ reduzierte die Informatik auf das Reflektie-



Quelle:
[21]

Abb. 1: Das Dagstuhl-Dreieck



Quelle:
[11]

Abb. 2: Das Frankfurt-Dreieck

ren über die Technologie; die Gestaltung und die Entwicklung der Informatik kommen dabei nicht vor.“ [44] Wir schließen uns dem an: Im Dreieck fehlt das Modellieren der Lebensumwelt, keine der eingangs genannten Säulen wird wirklich repräsentiert. Einzig die technologische Perspektive kann einen Bezug zur technischen Informatik haben.

In 2019 wurde das Frankfurt-Dreieck (siehe Abb. 2) geschaffen, welches des entsprechenden Papers zufolge die politischen Forderungen aus Dagstuhl beibehalte, auf die Kritik reagiere, das Dreieck dementsprechend ergänze „und auf außerschulische Bildungskontexte“ [11] erweitere [vgl. 11]. Die Informatik und ihre Inhalte nehmen im Frankfurt-Dreieck deutlich mehr Raum ein, die „technologisch-mediale“ Perspektive verwaltet Inhalte aus allen Säulen der Informatik.

„Das (theoretisch-konzeptionelle) Modell [*des Frankfurt-Dreiecks*] bietet eine begriffliche und strukturelle Grundlage, um an die Diskurse der Disziplinen Informatik, Informatikdidaktik, Medienpädagogik und Medienwissenschaft anschließen zu können, in einen produktiven interdisziplinären Austausch einzutreten und eigene anschlussfähige Theoriebildung zur Ausdifferenzierung und Konkretisierung voranzutreiben.“ [11] Wir begrüßen die Weiterentwicklung des Dagstuhl-Dreiecks zum Frankfurt-Dreieck ob der sehr viel stärkeren Einbeziehung informatischer Inhalte sehr. Zusammen mit den einbezogenen ethischen Überlegungen und technologiekritischen Reflexionen halten wir diesen Ansatz, „Bildung in der digitalen vernetzten Welt“ [21] zu vermitteln, für gelungener. Allerdings wünschen wir uns ob der Abgrenzung von Informatik und Medienkunde eine noch stärkere Differenzierung zwischen den Bezugswissenschaften, sodass diese zusammenarbeiten können, ohne sinnlos miteinander zu konkurrieren, und um zu vermeiden, dass die Informatik zu kurz kommt und erneut reduziert wird. Sie liegt jedem digitalen Medium zugrunde und sollte daher als Basis diverser digitaler Medien, aber eben auch anderer Informatiksysteme von der Medienwissenschaft getrennt wer-

den.

(Digitale) Medien und Informatiksysteme sind heutzutage in vielen gesellschaftlich relevanten Kontexten verknüpft, doch Medienkunde und Informatik sind verschiedene Wissenschaften, die sich methodisch und fachlich kaum überschneiden. Sie behandeln jedoch gleiche Gegenstände mit ihren jeweils eigenen Denkweisen.

Ein schulpraktisch bereits entwickelter Plan, um „neben einer umfassenden Medienkompetenz auch eine informatische Grundbildung zu vermitteln“ [67], ist der Medienkompetenzrahmen NRW. Er integriert die oben genannten Punkte von Medienpädagogik aus dem Dagstuhl-Dreieck, plant jedoch in zwei von seinen sechs Feldern in Zügen auch informatische Kompetenzen ein. „Algorithmen erkennen“, „Modellieren und Programmieren“ und „Bedeutung von Algorithmen“ als Unterpunkte des Feldes „Problemlösen und Modellieren“ zeigen deutlichen Bezug zur Fachwissenschaft. [vgl. 67] Weiterhin werden Ansätze für die Arbeit mit Daten, Datenauswahl und das kritische Hinterfragen der Quellen dieser Daten gemacht, welche durchaus relevant für informatische Problemstellungen sein können. [vgl. 67] Es handelt sich allerdings um eine von uns nicht als sinnvoll empfundene integrale Lösung, die die Inhalte in allen Schulfächern vermitteln zu versucht. [vgl. 67]

3.3 „Corona-Digitalisierung“ [80] und der Digitalpakt Schule. Geht es jetzt bergauf bei der „Bildung in der digitalen vernetzten Welt“? [21]

Zwei größere Ereignisse haben in den Monaten vor Erscheinen dieses Berichtes für öffentliche Aufmerksamkeit für digitale Bildung gesorgt. Eins davon – der Digitalpakt Schule – war geplant, das andere – die „Corona-Digitalisierung“ [80] – nicht. Es ist ein Trugschluss davon auszugehen, moderne Technik in der Schule – egal ob durch den Digitalpakt finanziert und geplant, oder durch COVID19 als Ausweichformat notwendig geworden, – könnte den Schüler:innen helfen, in einer „digitalen vernetzten Welt“ [21] mündig zu werden. Der Digitalpakt Schule wirbt in einer Broschüre u. A. mit folgendem Ziel: „In Zeiten von Filter-Bubbles und Fake News müssen Jugendliche den verantwortungsvollen Umgang mit digitalen Medien früh lernen.“ Er soll Schulen Geld für „digitale Arbeitsgeräte“, „Anzeigeräte“ und „schulisches W-LAN“, sowie „mobile digitale Endgeräte im Klassensatz“ [12] zur Verfügung stellen [vgl. 12].

Aus der Sicht einer kritischen Informatik und Softwareentwicklung ist es nicht nur problematisch, dass davon ausgegangen wird, die Schüler:innen würden quasi „learning

by doing“ allein durch das bloße Arbeiten mit den Geräten deren Funktionsweise und informatische und medienkundliche Grundlagen erlernen. [vgl. 24, 54] Auch die Ausstattung mit den Geräten an sich ist ein Problem. So wirbt zum Beispiel Microsoft ganz konkret: „Mit innovativer Technologie begleiten wir Sie auf dem Weg zur digitalen Schule. Das Microsoft DigitalPak(e)t können Sie sich nach Ihren Bedürfnissen und Anforderungen zusammenstellen lassen: Von der ersten Beratung bis zur vollständigen Lernplattform – alles aus einer Hand.“ [63]. Dies wird von Fachkräften aus Datenschutzbedenken und aufgrund der fragwürdigen Lizenzpolitik – zu Recht! – durchaus kritisch entgegengenommen. [vgl. 25, 52, 94] Wir schließen uns einem Statement des Vereins Digitalcourage e.V. an:

[...] Wer keine Möglichkeiten sieht, digitale Medien anzuschaffen und diese auch ordentlich warten zu können, oder nur löchrige pädagogische Konzepte zur Verfügung hat, sollte daran denken, dass „digital“ nicht automatisch „besser“ bedeutet, und bei bewährten analogen Konzepten bleiben. [...] Unterm Strich lässt sich festhalten: Datenschutzfreundliche, technische Innovationen, die nicht auf den „Big 5“ beruhen, können nur dann stattfinden, wenn Kinder – unsere Zukunft – die Technik richtig verstehen und wenn es nicht für alles eine vorgefertigte App gibt. [...] Sponsoring und Werbung sind nicht ohne Grund an Schulen streng reglementiert. Das sollte ebenso für die IT gelten. ([94])

Dies sind nicht die einzigen Punkte am Digitalpakt, die kritisch zu betrachten sind, doch aus informatischer Sicht wohl die relevantesten. Für den (schul)-pädagogischen und verwalterischen Blick auf das Thema sei auf die entsprechende Diskussion in den einschlägigen Quellen verwiesen.

Was für den Digitalpakt Schule gilt, gilt auch für die „Corona-Digitalisierung“ [80]. An dieser Stelle soll nicht diskutiert werden, ob die COVID19-Krise die Digitalisierung in Deutschland vorangebracht hat, sondern nur noch einmal betont werden: Auch wenn jetzt ein Großteil der Menschen sicher mehr digitale Tools, Geräte oder Arbeitsumgebungen kennt und nutzt als vorher, führt dies nicht automatisch zu entsprechender informatischer und medienkundlicher Kompetenz.

Interessante Blickwinkel auf die Frage, ob Schulen grundsätzlich mit mehr digitalen Geräten ausgestattet werden und der Unterricht sowie das Lernen durch diese unterstützt werden sollte, finden sich im Artikel “Digitalisierung an Schulen – ein Streitgespräch” [50] von Susanne Klein für die Süddeutsche Zeitung: „Die Ergebnisse der Studie ICILS 2013 machen [zudem] deutlich, dass die weit verbreitete Annahme, Kinder und Jugend-

liche würden durch das Aufwachsen in einer von neuen Technologien geprägten Welt automatisch zu kompetenten Nutzerinnen und Nutzern digitaler Medien, nicht zutrifft. [...] Des Weiteren geben die Befunde von ICILS 2013 für Deutschland Hinweise auf ein bestehendes Missverhältnis zwischen den Potenzialen, die dem Lehren und Lernen mit digitalen Medien zugesprochen werden, und der Realität dessen, was in Klassenräumen geschieht.“ [10] Ob der Digitalpakt eine notwendige Handlung nach den Empfehlungen der ICILS-Studien bildet, bleibt an dieser Stelle ebenfalls zur Diskussion offen. [vgl. 10, 53]

Wir schließen uns an dieser Stelle Urs Lautebach von der Gesellschaft für Informatik e. V. an:

Bildung kommt weder mit dem Möbelwagen, noch wird sie im Klassenzimmer an die Wand geschraubt. [...] Geräte garantieren kein Verständnis und kein Wissen, so wenig wie die Anschaffung von Instrumenten den Musikunterricht ersetzt. ([54])

4 Informatik in der Schulbildung: Status Quo

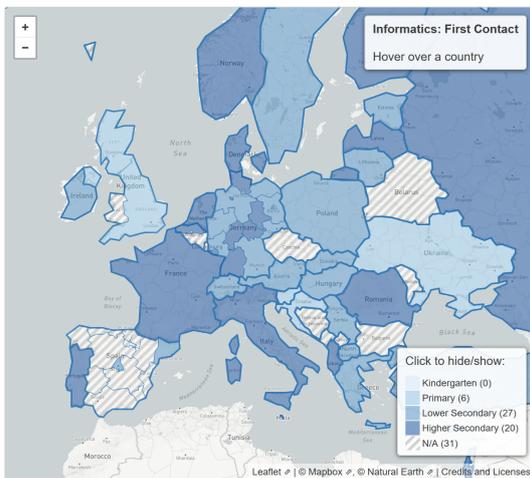
An dieser Stelle nähern wir uns der Frage „Keine Allgemeinbildung ohne Informatik?“ von der Seite bestehender Bildungskonzepte aus. Wir werden im Folgenden analysieren, welchen Stellenwert die Informatik in derzeitigen allgemeinbildenden Systemen in Deutschland und Europa hat, und daraus Aussagen über ihren allgemeinbildenden Gehalt ableiten. Wir stellen außerdem Antworten auf die Frage „Wieso allgemeinbildender Informatikunterricht?“ vor und versuchen zu beurteilen, ob die derzeitige Priorisierung von Informatikunterricht in eben diesen allgemeinbildenden Systemen seinen allgemeinbildenden Gehalt anerkennt oder verkennt. Die Vielzahl der außerschulischen Initiativen, die Informatik oder Coding Kindern nahe bringen soll, wird hier außen vor gelassen.²

4.1 Informatik in der Schule weltweit

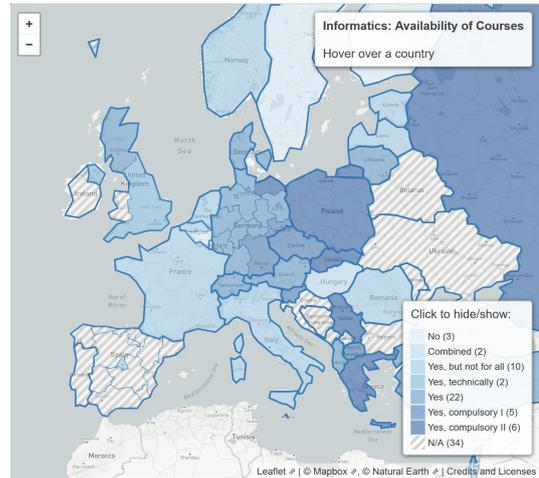
Ein hilfreiches Tool bei der Analyse der derzeitigen europäischen Ausbildungsstände in der Informatik und der Medienkunde ist die „CECE Europe Map“ oder „CECE Web Map“, die unter <http://cece-map.informatics-europe.org/> aufrufbar ist. Sie gibt in Kartenform visualisierte Daten in den Kategorien „First Contact“, „Availability of Courses“, „Curriculum Consistency“ und „Enrolment“ für die Informatik aus. Sie enthält außerdem Informationen zu Digital Literacy und Teacher Training.

Die zugrundeliegenden Daten für die einzelnen Ländern sind temporär recht unterschiedlich und teilweise undurchsichtig. So sind die folgenden Aussagen zur gesamt-europäischen Situation beim Informatikunterricht und Digital Literacy Kursen allgemein gehalten, nicht allgemeingültig. Mehr über die den CECE Maps zugrundeliegenden Daten findet sich hier: http://cece-map.informatics-europe.org/map/data_availability/.

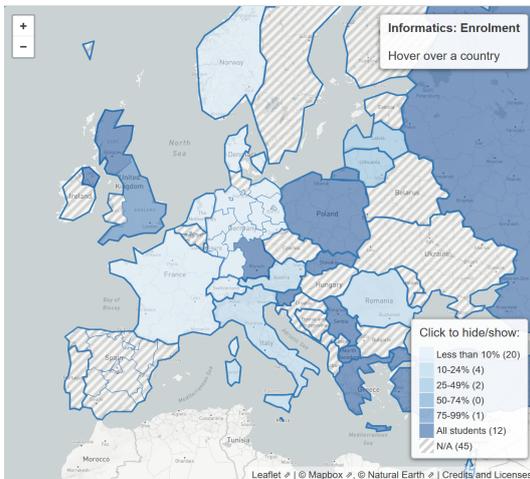
²Private Initiativen haben per definitionem wenig Aussagekraft über gesamtgesellschaftliche Allgemeinbildung.



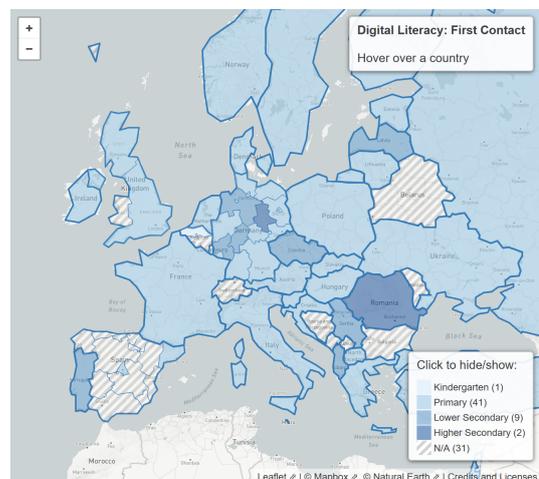
(a) Zeitpunkt des Erstkontakts mit Informatik laut CECE Map



(b) Verfügbarkeit von Informatikunterricht laut CECE Map

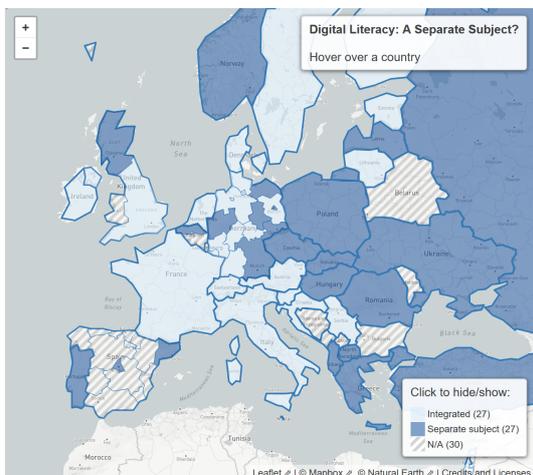


(c) Prozentualer Anzahl derer, die mit Informatikkursen in Berührung kommen, laut CECE Map



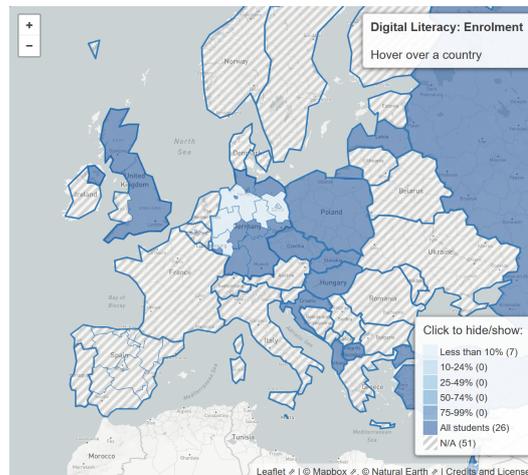
(d) Zeitpunkt des Erstkontakts mit „Digital Literacy“-Kursen laut CECE Map

Abb. 3: Das Tool CECE Web Maps stellt auf übersichtliche Weise länderspezifische Informationen zu Informatik- und „Digital Literacy“-Kursen bereit. (Fortsetzung auf der nächsten Seite)



Quelle:
http://cece-map.informatics-europe.org/map/digital_literacy_separate/

(e) Länder, in denen „Digital Literacy“-Kurse ein eigenes Fach bilden, laut CECE Map



Quelle:
http://cece-map.informatics-europe.org/map/digital_literacy_enrolment/

(f) Prozentualer Anzahl derer, die mit „Digital Literacy“-Kursen in Berührung kommen, laut CECE Map

Abb. 3: Das Tool CECE Web Maps stellt auf übersichtliche Weise länderspezifische Informationen zu Informatik- und „Digital Literacy“-Kursen bereit

Vorreiter beim Erstkontakt mit der Informatik sind das Vereinigte Königreich ³, sowie die Ukraine. [vgl. Abb. 3a] Bei der Verfügbarkeit von Informatikkursen fallen Schweden, Finnland und Belgien ins Auge, die laut CECE-Maps keine Informatikkurse anbieten. Beachtlich ist bei allen Karten die Rolle der osteuropäischen Staaten und Russlands, die durchgängig Bemühungen zeigen, digitale und informatische Kenntnisse zu vermitteln. [vgl. Abb. 3b] Beim Vergleich der prozentualen Anteile derer, die in den jeweiligen Ländern mit Informatik und Digital Literacy in Berührung kommen, fällt auf: Digital Literacy wird offenbar in ganz Europa priorisiert und europaweit werden mehr Schüler:innen darin unterrichtet. [vgl. Abb. 3c und Abb. 3f]

³Ein spannender Erfahrungsbericht eines Schülers, der sowohl deutschen als auch britischen Informatikunterricht besuchte, findet sich unter <https://jugendhackt.org/blog/so-geht-es-auch-mein-informatikunterricht-nach-britischem-lehrplan/>. [vgl. 28]

4.2 Informatik in der deutschen Schule

Wird der Ausschnitt der CECE-Maps auf Deutschland fokussiert (mit einem besonderen Blick auf Sachsen-Anhalt, da dort die Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg beheimatet ist), so zeigt sich in der Kategorie „First Contact“: In fast der Hälfte der deutschen Bundesländer erwerben die Kinder und Jugendlichen erst in der Oberstufe die ersten informatischen Kenntnisse. [vgl. Abb. 3a] Dabei ist dennoch nicht einmal das garantiert. Die Autorin Gleißner dieses Berichtes hat ein allgemeinbildendes Gymnasium in Sachsen-Anhalt besucht und in der gesamten Zeit keine Stunde Informatikunterricht gehabt, da das Fach nur von sehr wenigen Schülern ⁴ ihrer Jahrgangsstufe besucht wurde. Das zeigt sich auch bei der Übersicht des prozentualen Anteils derer, die informatische Bildung erhalten. Die Verfügbarkeit von Informatikkursen in Deutschland ist im europaweiten Vergleich hoch [vgl. Abb. 3b], doch nur in Bayern (wo Informatik ein Pflichtfach ist) kann auch eine großflächige informatische Bildung erwartet werden. [vgl. Abb. 3c] Im Vergleich dazu wird in Ländern wie England, der Ukraine, und Kroatien Informatik schon in der Grundschule unterrichtet [vgl. Abb. 3a], das Enrollement ist im Vereinigten Königreich ebenfalls besonders hoch. Der erste Kontakt für die Digital Literacy ist in fast ganz Europa früher als im Großteil der deutschen Bundesländer, Sachsen-Anhalt bildet ein Schlusslicht. Dabei muss beachtet werden, dass die Daten für Deutschland aus einem Bericht für das Jahr 2010 stammen und es durchaus Änderungen im deutschen Bildungswesen seit dieser Zeit gab. ⁵ Dadurch ändert sich allerdings an den Grundaussagen für den europäischen Vergleich wenig. Durch das föderale, deutsche Bildungssystem betreffen Änderungen auch nie das ganze Land, sondern nur einzelne Bundesländer. Wie zerklüftet die deutsche Bildungslandschaft auch bei diesem Thema ist, fällt vor allem beim Blick auf die Karte auf, die „Digital Literacy“ als eigenes Fach darstellt. Der Status Quo des Landes Sachsen-Anhalt ist außer beim separaten Fach für „Digital Literacy“ durchgehend als unzureichend einzuschätzen. [vgl. Abb. 3] Die deutschen Konzepte zur Vermittlung von Kompetenzen in der „digitalen Welt“ [21] sind, wie im vorherigen Kapitel bereits angedeutet, derzeit enorm auf „Medien“ fixiert und nur das Frankfurt-Dreieck bezieht Informatik teilweise ein. [vgl. 11]

Darüber hinaus ist die gängige Praxis im deutschen Bildungssystem, nicht nur Informatik und Medienkunde gemeinsam zu unterrichten, sondern integrale „Lösungen“ zu

⁴bewusst nicht gegendert

⁵Niedersachsen plant im Übrigen das Pflichtfach Informatik für die Sekundarstufe I ab 2023/2024. [vgl. 3] Das ist als durchaus positive Entwicklung zu begrüßen.

schaffen, bei denen medienkundliche und informatische Inhalte neben dem Fachunterricht in anderen Unterrichtsfächern vermittelt werden. Fachkundige wie die Informatikdidaktikerin Ira Diethelm sind dagegen: „Damit wir alle Kompetenzen in den bestehenden Fächern vermitteln könnten, müssten sich alle Lehrer einer Schule in Informatik auskennen.“ [5] Auch in der politischen Diskussion im Landtag NRW zum Pflichtfach Informatik von 2016 wurden von Monika Pieper entscheidende Worte dazu gesprochen⁶. Ihr zufolge sei ein oft genanntes Argument gegen das Pflichtfach Informatik, die benötigte Zeit müsse von anderen Fächern weggenommen werden. [vgl. 29, 72]. Bei einer integralen Lösung würde diese ebenfalls fehlen oder das integrierte Fach zu kurz kommen. [vgl. 72] Pieper spricht sich deutlich für eine integrale Lösung bei der Medienkunde aus. Sie betont allerdings auch: Für die Informatik könne es nicht funktionieren, ihre Inhalte in anderen Fächern zu vermitteln. [vgl. 72]. Diethelm befürwortet nach einem Artikel der ZEIT aus dem Jahr 2019 eine Lösung des Landes Mecklenburg-Vorpommern [vgl. 5], bei der „[a]b dem Schuljahr 2019/2020 [] das Fach ‚Informatik und Medienbildung‘ verbindlich an allen Schulen von Klasse 5 bis 10 unterrichtet werden [soll]“ [5]. Diesen Unterricht gibt es zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Arbeit auch.

#PflichtfachInformatik

Über das Portal „digitalisierung.education“ lassen sich für Interessierte der Bereiche „informatische Bildung“, „Allgemeinbildung“ und „Informatik in der Schulbildung“ äußerst sehenswerte Videos zu den Vorträgen des „2. Symposium[s] Informatisches Lernen und Verstehen der digitalen Medienwelt“ aufrufen. Die Vortragenden dieses Symposiums werden im vorliegenden Bericht auch immer wieder zitiert. Der Beitrag der Informatikdidaktikerin Diethelm zum Thema „Informatische Bildung für digitale Aufklärung“ „argumentiert [...] ausgehend von Dystopien für die Notwendigkeit einer neuen (digitalen) Aufklärung und ihre überfällige Aufnahme der informatischen Bildung in den Pflichtkanon der allgemeinbildenden Schulen.“ [23] Sie ist nicht die einzige, die das Pflichtfach Informatik wünscht. Zahlreiche Beiträge der GI zielen ebenfalls darauf ab und auch bei Twitter laufen unter dem Hashtag #PflichtfachInformatik Diskussionen und werden Forderungen geäußert.

Eines der oft genannten Argumente gegen ein Pflichtfach Informatik lässt sich im Grunde immer auf das Folgende reduzieren: Pflichtfächer an sich seien ein überholtes Kon-

⁶Die entsprechende Debatte kann auf Youtube nachverfolgt werden und Piepers Beitrag ist durchaus unterstützenswert

zept und Schule solle doch mehr auf Freiwilligkeit beruhen. [vgl. 57] Wir nehmen zu dieser Aussage keine Stellung, da wir keine Pädagoginnen sind und hier eine Frage mit Bezug zur Fachwissenschaft Informatik und keine Prinzipienfrage der Pädagogik klären wollen. Allerdings wird im Folgenden klar werden, warum ein verpflichtender Informatikunterricht für die Fach- und Lehrkräfte sowie Förderung von Personen marginalisierter Geschlechter im Fach durchaus Sinn ergeben kann. Es geht auch bei dieser Diskussion nicht um die Forderung um des Pflichtfach Willens, sondern um die ernsthafte Debatte, ob ein Pflichtfach Informatik Mehrwert für Schüler:innen und Gesellschaft bringen würde.

Neben den diversen Argumenten, die für informatische Grundbildung und damit auch für ein entsprechendes Pflichtfach sprechen, gibt es – wie oben bereits angedeutet – auch immer wieder Personen, die die Ansätze Informatik und Medienkunde gemeinsam – und oft sogar als integralen Bestandteil anderer Fächer zu unterrichten – vehement verteidigen. [vgl. 5, 72] Auch Menschen, die einem Fach Informatik eigentlich eher zugewandt sind, betonen, dass die digitale Welt auch ohne ein solches Pflichtfach verstanden werden müsse. [78]. Auf Youtube kann eine Plenarsitzung des Landtags NRW aus dem Jahr 2016 nachverfolgt werden, die oben bereits genannt wurde. Monika Pieper und die Piraten-Fraktion fordern darin ein Pflichtfach Informatik an allen Schulformen. Der generelle Konsens der anderen Parteien ist deutlich: Die digitale Welt stelle die Gesellschaft vor neue Herausforderungen, auf die die Schulbildung vorbereiten müsse. Dabei sei diese Aufgabe jedoch eine Querschnittsaufgabe aller Fächer und ein isoliertes Fach würde die Fähigkeit nicht kontextbezogen vermitteln. [vgl. 72].

Die Autorinnen dieses Beitrags schließen sich Diethelm, Pieper und einem Zitat von Christian Spannagel auf dem SciLogs-Blog an:

Wenn jemand auf die Idee kommt, Informatik könne als Teil der Medienbildung vermittelt werden, dann können eigentlich nur zwei Fälle zutreffen: Derjenige hat keine Ahnung, was Informatik ist, oder kein Geld. ([85])

Spannagel spricht im weiteren Verlauf seines Artikels außerdem einen weiteren wichtigen Punkt bei der Debatte an: Fehlende Gelder sind ein Indiz für fehlende Priorisierung des Faches [vgl. 85]. Im fünften Kapitel wird klar werden, weshalb eine verkannte Priorisierung des Faches Informatik in der Allgemeinbildung als solches – ohne Integration in die Medienkunde, oder andere Fächer! – für unsere Gesellschaft gefährlich ist und zu Fehleinschätzungen von gesellschaftlichen Problemen führen kann.

Die derzeitige Fixierung auf die Vermittlung von Medienkompetenz wird nicht zur ei-

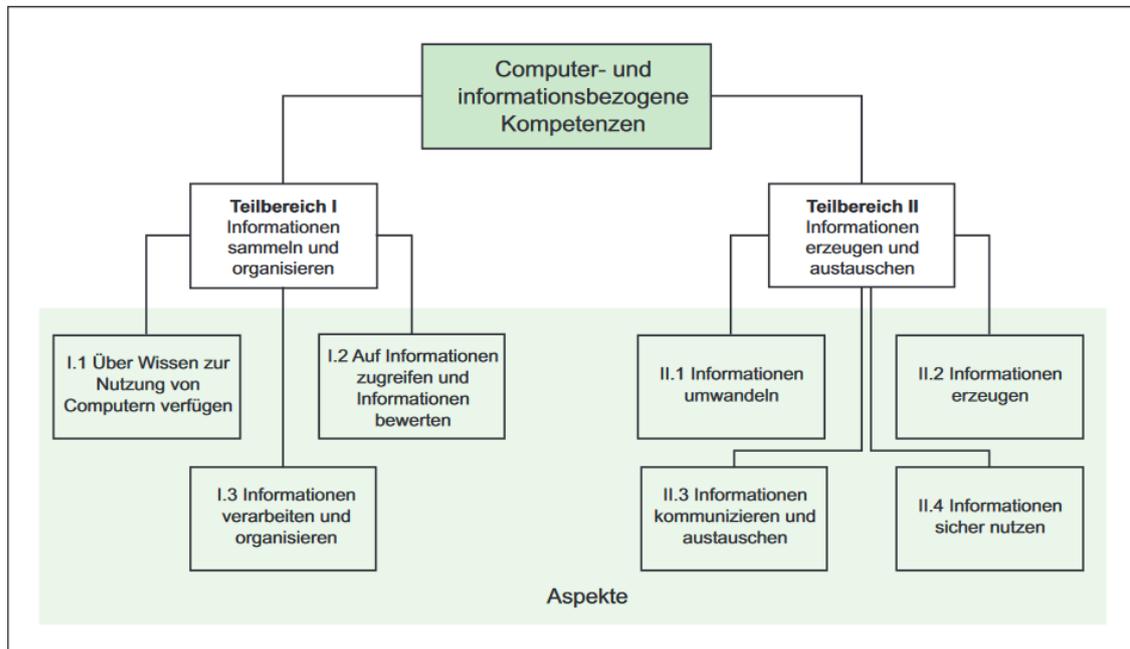
gentlich gewünschten Mündigkeit in der „digitalen vernetzten Welt“ [21] führen. Es braucht neben den durch Dagstuhl- und Frankfurt-Dreieck definierten Kompetenzen fundierte Kenntnisse von Informatik als Wissenschaft für eine zeitgemäße Allgemeinbildung. Die Autorinnen dieses Berichts sind keine Pädagoginnen und auch keine Bildungspolitikerinnen. Daher werden wir an dieser Stelle kein Pflichtfach Informatik fordern. Allerdings erscheint es uns überaus wichtig, dass diese Debatte im großen Stil unter den entsprechenden Entscheidungsträger:innen geführt wird und diese Personen mit einem fachlichen Blick auf das Thema anhören, um Fehleinschätzungen der fachlichen Inhalte und gesellschaftlichen Kontexte zu vermeiden.⁷ Wir fordern vorsichtig eine Stärkung des Faches Informatik, dort wo es bereits existiert, sodass eine höhere prozentuale informatische Bildung vielleicht auch ohne den verwalterischen Aufwand eines neuen Pflichtfaches erreicht werden kann. Dennoch halten wir es für gefährlich, wenn weiterhin Schüler:innen ihre Schulen verlassen, ohne in Kontakt zur Informatik getreten zu sein.

4.3 Die ICILS – Wie steht es um Informatikkompetenzen von Schüler:innen weltweit?

In den Jahren 2013 und 2018 wurde die internationale Studie International Computer and Information Literacy Study durchgeführt. Sie untersuchte die Leistung von Achtklässler:innen [96] im „Bezug auf Computer- und informationsbezogene Kompetenzen“ [siehe Abb. 4] Sie kommt zu folgenden Ergebnissen: „Deutschland befindet sich im mittleren Bereich der Rangreihe der Länder. [...] Entwicklungsbedarfe zeigen sich für Deutschland vor allem aufgrund der geringen Anteile an Schülerinnen und Schülern auf der höchsten Kompetenzstufe. Zudem [...] verfügt ein nicht unerheblicher Teil der Jugendlichen nur über rudimentäre bzw. basale Fertigkeiten und Wissensstände hinsichtlich des kompetenten Umgangs mit neuen Technologien. [...]“ [10] Anzumerken ist an dieser Stelle, dass die dargestellten computer- und informationsbezogenen Kompetenzen von 2013 der Medienkunde und Anwendung, nicht der Informatik zuzuordnen sind.

2018 wurde die Studie neben der weiteren Detaillierung dieser Kompetenzen jedoch um einen Kompetenzbereich Computational Thinking erweitert [siehe Abb. 5]. Die Ergebnisse bei den computer- und informationsbezogenen Kompetenzen sind im Vergleich

⁷Die öffentlich gemachte Debatte im Landtag NRW zeigt: Auch diejenigen, die diese Entscheidungen treffen, vermögen oft die Inhalte von Informatik und Medienkunde nicht klar abzugrenzen und haben einen eher verschobenen Blick auf die Informatik als solche. [vgl. 72]

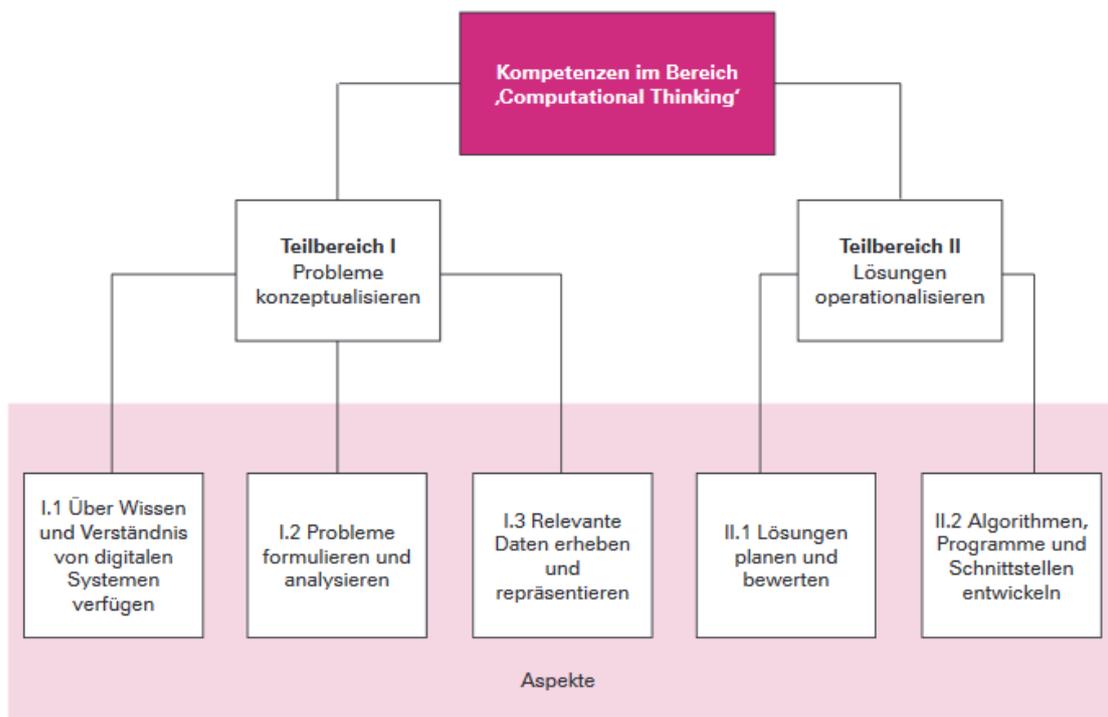


Quelle:
[10]

Abb. 4: Darstellung der computer- und informationsbezogenen Kompetenzen, die in der ICIL 2013 bei Achtklässler:innen getestet wurden

zu 2013 nahezu unverändert. Für das Computational Thinking stellt die Studie fest: „Die mittleren Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler in Deutschland liegen [...] signifikant unter dem internationalen Mittelwert [...], signifikant höhere mittlere Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ als in Deutschland lassen sich für die Republik Korea [...], Dänemark [...], Finnland [...], Frankreich [...] und die USA [...] feststellen.“ [53] Das zeigt in unseren Augen, dass Deutschland informatische Bildung nicht richtig priorisiert.

**Das Konstrukt der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ in ICILS 2018
(Teilbereiche und zugehörige Aspekte)**



IEA: International Computer and Information Literacy Study 2018

© ICILS 2018

Quelle:
[53]

Abb. 5: Darstellung der Kompetenzen des Computational Thinkings, die in der ICIL 2018 bei Achtklässler:innen getestet wurden

5 Wissen ist Macht. – Nichts wissen macht nichts?!

Im letzten Kapitel wurde gezeigt, dass allgemeinbildende Bildungssysteme die Informatik ganz verschieden priorisieren. Nun könnte dies zu dem Gedanken führen der Allgemeinbildungsgehalt der Informatik sei nicht besonders hoch. Wir haben bereits ausgeführt, dass wir die deutsche Priorisierung für falsch, die Informatik für gesellschaftlich enorm relevant und das Fach für allgemeinbildend halten. Im Folgenden sollen noch einmal die bisherigen Argumente für einen allgemeinbildenden Informatikunterricht zusammengefasst und zu einer vollständigeren Darstellung ergänzt werden. Außerdem werden wir begründen, weshalb allgemeinbildende informatische Bildung in unseren Augen eine gesamtgesellschaftliche Notwendigkeit ist.

5.1 Warum allgemeinbildender Informatikunterricht?

Eine bereits genannte gute Diskussion der Argumente für und wider allgemeinbildenden Informatikunterrichts bildet “Allgemeinbildender Informatikunterricht? Ein neuer Blick auf H. W. Heymanns Aufgaben allgemeinbildender Schulen”, wo die Aufgaben allgemeinbildender Schule und die Anwendung auf den Informatikunterricht nach Heymann von Witten reflektiert werden. Witten zeigt darin deutlich auf, wie Informatik „zur Stiftung kultureller Kohärenz, zur Weltorientierung, zur Anleitung zum kritischen Vernunftgebrauch, zur Entfaltung von Verantwortungsbereitschaft, zur Einübung in Verständigung und Kooperation und zur Stärkung des Schüler-Ichs beitr[ägt]“ [97].

Die Ausführungen haben m. E. gezeigt, dass durch eine stärkere Berücksichtigung von fachübergreifenden und fächerverbindenden Themen wie Künstliche Intelligenz / Künstliches Leben, Geschichte der Rechentechnik, IT-Sicherheit sowie Grenzen der Berechenbarkeit die Qualität des Informatikunterrichts im Hinblick auf die Allgemeinbildung weiter gestärkt werden könnte. Aber auch so kann m. E. überzeugend dargelegt werden, dass es an der Zeit ist, einen Pflichtunterricht Informatik in der Sek I in Angriff zu nehmen, und dass die „mindere Wählbarkeit“ der Informatik in der Sek II ein Anachronismus ist. ([97])

Es gibt zahlreiche Argumente für eine gesamtgesellschaftliche informatische Grundbildung, von denen einige dafür sprechen, diese informatische Grundbildung in Schulen einer möglichst breiten Masse an Schüler:innen zu vermitteln. Die vielleicht wichtigsten dieser Argumente wurden 2003 in den Ludwigsfelder Thesen für „Informatikunterricht für alle!“ [6] wie folgt beschrieben:

1. ***Informatiksysteme durchdringen im zunehmenden Maße unser Leben, Informatikunterricht muss daher spätestens in der Sekundarstufe I verbindlicher Teil der Allgemeinbildung werden.*** Die Wissensgesellschaft ist auf die vielfältige Anwendung von Informatiksystemen angewiesen, die Informatik stellt dafür die wissenschaftliche Basis zur Verfügung. Die Kenntnis, Anwendung und kritische Reflexion der grundlegenden Konstruktionsprinzipien von Informatiksystemen dient daher der Lebensvorbereitung und der Orientierung in einer von diesen Systemen geprägten Welt.
2. ***Der Informatikunterricht trägt entscheidend zur Entwicklung der Lernenden zu mündigen Bürgern bei, indem sie erkennen, dass Informatiksysteme von Menschen gestaltet sind. Sie reflektieren im Unterricht ihre eigenen exemplarischen Erfahrungen mit der Gestaltung von diesen Systemen.*** Die Lernenden erwerben im Unterricht Kenntnisse, Erfahrungen und Kompetenzen zu verschiedenen Werkzeugen zur Bewältigung des Problemlöseprozesses und treffen Entscheidungen über ihren adäquaten Einsatz.
3. ***Modellierung von Informatiksystemen hat in der Wissensgesellschaft eine grundlegende Bedeutung. Deshalb sind Kompetenzen zur informatischen Modellierung unverzichtbarer Bestandteil einer allgemeinbildenden Orientierung und dienen der Lebensvorbereitung.*** Insbesondere im Informatikunterricht erwerben die Lernenden unter Verwendung unterschiedlicher Paradigmen der Modellierung die Fähigkeit, Ausschnitte aus Alltagssituationen zielgerichtet abzugrenzen, zu strukturieren und formal zu beschreiben und darüber zu kommunizieren. In der Regel werden dabei Aspekte aus anderen Fächern aufgegriffen; dies unterstützt die Vernetzung des Schülerwissens und stärkt die Problemlösekompetenz.
4. ***Die Methoden und Arbeitsweisen des Informatikunterrichts tragen im besonderen Maße zur Bildung von Sozialkompetenz bei.*** Projekte und projektartige Unterrichtsformen tragen stark zur Förderung von Sozialkompetenzen wie Teamfähigkeit, Kommunikationsfähigkeit, Fähigkeit zur Darstellung eigener Ideen und Verantwortungsbereitschaft bei. Diese Methoden nehmen aus fachlichen Gründen im Informatikunterricht einen breiten Raum ein. Somit wer-

den hier wichtige Sozialkompetenzen eingeübt und gestärkt. Dabei wird Projektarbeit auch thematisiert und reflektiert. So leistet der Informatikunterricht einen unverzichtbaren Beitrag für die Eigenorganisation und das lebenslange Lernen.

([6])

Neben den Ludwigsfelder Thesen sprechen folgende Argumente für allgemeinbildenden Informatikunterricht:

5. Informatikunterricht fördert auch die Kompetenzen anderer Fächer.

Zeichen sind der Gegenstand der Informatik, der Mathematik und der natürlichen Sprachen. [vgl. 46] Mathematik und Informatikunterricht können voneinander profitieren, dazu haben Hauser et al. in zwei Artikeln belegt, welche Wechselwirkungen zwischen Informatik und Mathematik hinsichtlich „Abstraktionsfähigkeit“ und „Variation der Problemstellung und Modularisierung“ bestehen und wieso Informatikkenntnisse das Verständnis mathematischer Konzepte erleichtern und umgekehrt. [vgl. 38, 39]. Das Programmieren für ein bestimmtes Projekt hingegen kann ebenfalls die Motivation bieten, sich mit schwierigen Themen wie abstrakter Mathematik auseinanderzusetzen. [vgl. 76]

6. Chancengleichheit bei so entscheidender Bildung kann nur in der Schule gewährleistet werden.

Private Initiativen sind nicht darauf angelegt, alle Kinder zu erreichen. [vgl. 55] Nur in der Schule kann vorgebeugt werden, dass ein Teil der Gesellschaft digitalmündig wird, während ein anderer digitalunmündig bleibt. [vgl. 50] Das Thema ist gesellschaftlich zu relevant, um es einer Bildungselite oder z. B. nur mathematisch-naturwissenschaftlich besonders Begabten vorzuhalten.

7. Informatik als Wissenschaft hat einen historisch-kulturell gewachsenen Stellenwert.

Fothe und Friedrich begründen in ihrem GI-Beitrag “Informatik in die Schule! – ein erneutes Plädoyer” [29] den Platz, den nicht unbedingt die Fachwissenschaft Informatik, jedoch ihre Denkweise – digitale Informationsdarstellung, Automatisierung von menschlichen Tätigkeiten mit Algorithmen und Entwicklung der Computertechnologie – in der Kultur hat. Sie schreiben: Datenverarbeitung sei kein Phänomen der Neuzeit! Auch Kommunikationsnetzwerke seien schon sehr

alt und selbst Rechenmaschinen gäbe es bereits seit dem 15. Jahrhundert. Informatik sei also ein relevanter Teil der Kultur, der genauso historisch gewachsen sei, wie viele andere Disziplinen und daher gleichberechtigt in der Schule gelehrt werden solle. [29]. Es wird klar: Auch wenn das Fach oft als neu angesehen und mit Modernität in Verbindung gebracht wird, behandelt die Informatik durchaus Denkweisen, die es schon sehr lange gibt. Somit ist auch eine historische Argumentation für Informatik in der Allgemeinbildung vertretbar und sie gehört zu der in der Schule vermittelten Kultur dazu.

8. Es gibt einen nicht zu ignorierenden Fachkräftemangel im IT-Bereich. Dabei geht es auch um die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands. [vgl. 29, 72, 76]⁸

Das Internetportal Golem.de zitiert dazu den früheren Präsidenten der GI Liggesmeyer folgendermaßen: „Nur wenn Kinder frühzeitig mit der Informationstechnik – möglichst auf spielerische Weise – in Berührung kommen, kann in den Jugendlichen der Wunsch reifen, eine entsprechende Ausbildung zu beginnen. Darauf müssen wir gemeinsam hinarbeiten“ [32] Gleiches gilt für den Mangel an Informatiklehrer:innen. Dazu spricht Pieper sich eindeutig dafür aus, den Teufelskreis – aus dem Argument, man habe nicht genügend Lehrer:innen für ein Pflichtfach und ohne Pflichtfach gibt es auch wenig Studienanfänger:innen für das informatische Lehramt – zu durchbrechen. [vgl. 72]

9. Ein verpflichtender Informatikunterricht in allen Schulformen kann Interesse für das Fach auch bei Personen marginalisierter Geschlechter fördern. [vgl. 37]

Es gibt ein deutliches Ungleichgewicht in der naturwissenschaftlichen und informatischen Bildung bei Personen marginalisierter Geschlechter. [vgl. 35, 37, 83] Personen marginalisierter Geschlechter wählen zu Schulzeiten jedoch eher selten die naturwissenschaftlichen – klassischerweise von Menschen, die als cis-männlich gelesen werden, dominierten – Fächer und entdecken ihr Interesse erst im Unterricht. [vgl. 37] Ohne ein Pflichtfach erhalten sie diese Chance nicht. [vgl. 37] Span-

⁸An dieser Stelle ist es noch einmal wichtig zu erwähnen, dass der Allgemeinbildungsbegriff durchaus unterschiedlich ausgelegt wird und teilweise scharf von einer Berufsbildung abgegrenzt wird. [vgl. 36] Das Argument zählt dennoch für Informatik in der Schule.

nend ist zu diesem Punkt auch die Forschung von Schulte und Knobelsdorf. Diese kommt zu dem Ergebnis: „Wesentlich ist, einzusehen, dass ein Unterrichtsfach Informatik in der Sekundarstufe I, das die Einführung und das Training in der Computernutzung mit Inhalten der Informatik verzahnt, gerade nicht ausreicht! Diese Versuche würden nämlich, wie im oben berichteten life3-Projekt, paradoxerweise die jeweils individuellen Wahrnehmungsmuster [*gemeint ist ein geringeres Selbstbewusstsein bei der Bedienung von Computern durch Mädchen und die daraus folgende Genderungleichheit beim Interesse und der Selbsteinschätzung für das Fach*] [vgl. 82]] bestätigen.“ [82] Sie spricht damit ebenfalls gegen die inhaltliche Vermischung von Informatik und Anwendungskompetenz. Die ICILS 2018 kommt zu Ergebnissen, die Kenntnisse im Computational Thinking in Deutschland als sehr abhängig von sozialer Herkunft darstellen: „In Deutschland belaufen sich die Kompetenzunterschiede im Bereich ‚Computational Thinking‘ zuungunsten von Jugendlichen aus sozioökonomisch weniger privilegierten Elternhäusern [... und ...] die festgestellten sozialen Disparitäten im Bereich ‚Computational Thinking‘ sind in Deutschland signifikant größer als im internationalen Durchschnitt [...].“ [53]

Zu einem weiteren beliebten Argument gegen das Pflichtfach sei hier noch ein Satz geschrieben. Oftmals wird befürchtet, die Informatik würde noch mehr digitale Geräte in das Klassenzimmer bringen [vgl. 29] und Kinder könnten nach dem Informatikunterricht „keinen Stift mehr in der Hand halten“, wie in der Twitter-Diskussion unter <https://twitter.com/AndreasGoebel8/status/1284027924027453440> behauptet wurde. Dazu empfehlen wir, neben den weiteren Argumenten der verlinkten Diskussion sich mit Konzepten wie Gallenbachers „Abenteuer Informatik“ [siehe 30] zu beschäftigen, da diese sehr gut erklären, weshalb Informatik grundsätzlich ohne Computer unterrichtet werden kann.⁹ – Um es mit Dijkstra zu sagen: „Informatik hat ungefähr so viel mit Computern zu tun wie Astronomie mit Teleskopen.“ [31] Unter den Argumenten gegen das Pflichtfach Informatik ist eben auch dieser Punkt zu nennen: die Angst vor den Kosten für die Anschaffung von Technik. [vgl. 29] Wir halten (teure) Technik nicht für ausschlaggebend für einen guten Informatikunterricht. Näher eingegangen auf den unsachgemäßen Bezug zwischen digitalen Geräten und digitaler Bildung wurde bereits in Kapitel 3 dieses Berichtes.

⁹Zum Beispiel stellt Gallenbacher im Videobeitrag „Wieso Informatik mehr mit dem Mensch, als mit Computern zu tun hat“ sehr gut dar, weshalb Informatik nichts mit Computern und/oder Medien zu tun hat, sondern mit den Menschen, die kreativ die Inhalte der Informatik erschaffen.

Da wir weder Pädagoginnen noch Politikerinnen sind und den verwalterischen Akt, sowie die Kosten für die Etablierung eines neuen Unterrichtsfaches nicht kennen, werden wir uns an dieser Stelle der Forderung nach einem Pflichtfach Informatik nicht anschließen. Wir können nicht beurteilen, wo die Zeit und das Geld herkommen soll. Wir hoffen aber, die Notwendigkeit informatischer Bildung zeigt sich in unserem ganzen Bericht, sodass im Rahmen sinnvoller bildungspolitischer Entscheidungen informatische Bildung deutlich ausgebaut wird und dabei nicht aufgrund von integrativen Konzepten „hinten runter“ fällt. Wir fordern kein Pflichtfach Informatik, wünschen uns jedoch irgendeine Form, die durchgehende informatische Bildung für alle gesellschaftlichen Schichten ermöglicht, sodass die Gesellschaft den Herausforderungen, vor die die Welt durch Informatiksysteme gestellt wird, mit Selbstbewusstsein und Wissen begegnen kann. Eine gewisse Skepsis am allgemeinbildenden Gehalt der Informatik, die gegen ein Pflichtfach sprechen würde [29], hoffen wir mit diesem Bericht auszuräumen.

5.2 Informatische Bildung als Mittel gegen den „Angriff der Algorithmen“? [69]

Im Jahr 2016 gab Cathy O’Neil ihren Bestseller-Roman „Weapons of Math Destruction“ – Titel der deutschen Übersetzung: „Angriff der Algorithmen“ – heraus. Sehr eindringlich berichtet sie darin von den gesellschaftlichen Auswirkungen algorithmischer Systeme und zeigt auf, wie sehr diese das Schicksal eines einzelnen Menschen beeinflussen und bestimmen können. [vgl. 69, 75] Ein sehr empfehlenswerter TED-Talk der Autorin zum Thema findet sich hier: https://www.ted.com/talks/cathy_o_neil_the_era_of_blind_faith_in_big_data_must_end.

Im gesellschaftlichen Umfeld sind zahlreiche solcher Phänomene mehr oder weniger bekannt. Doch das Bild von Algorithmen, die uns Entscheidungen abnehmen oder über uns entscheiden, ist diffus. Werden die Stichworte „selbstfahrende autos ethik“ geogogelt und die News dazu angeklickt, so ist einer der ersten Treffer ein Artikel des „Auto-Medienportal.net“ überschrieben mit „Exklusiv: Richard David Precht und der ‚Algorithmus des Todes‘“. ¹⁰

Die Diskussion um autonomes Fahren kocht gesellschaftlich immer mal wieder nach oben und oft zeigt sich in den entsprechenden Diskussionen sehr deutlich eine gewisse Emotionalität, die Angst vor und Ohnmacht gegenüber Techniksystemen ausdrückt.

¹⁰Die Reihenfolge der Suchergebnisse basiert natürlich auch auf individuellen Faktoren der suchenden Person – wieder ein Algorithmus, der tagtäglich das Leben vieler Menschen beeinflusst, ohne dass diese es merken. [vgl. 91]

[vgl. 22, 61] ¹¹ Fachartikel aus dem Themenheft „Informatik und Bildung“ der Gesellschaft für Informatik e. V. und auch Teile der diversen Zeitungspublikationen zum Thema stellen weiterhin dar, dass Ängste vor dem Unbekannten und Unsicherheiten nur mithilfe von Verständnis dafür und grundlegender Bildung abgebaut werden können. [vgl. 5, 45, 54]. ¹²

An dieser Stelle soll die Frage „Keine Allgemeinbildung ohne Informatik“ noch einmal gesamtgesellschaftlich beleuchtet werden. Dazu untersuchen wir die ersten beiden der Ludwigsfelder Thesen¹³ argumentativ.

Mündigkeit und Orientierung in einer von Informatiksystemen durchdrungenen Welt durch informatische Bildung? – Die ersten beiden Ludwigsfelder Thesen auf dem Prüfstand

Diese Arbeit wurde im Jahr 2020 geschrieben. Es ist das Jahr der Corona-Pandemie, die monatelang die ganze Welt in Atem hält. Einer der in vielen Staaten meistdiskutiertesten Ansätze, um die Ausbreitung des Virus zu verringern, sind Apps. Nicht nur die deutsche Gesellschaft sieht sich einer Diskussion gegenüber stehend, die die „diffuse Disziplin“ Informatik, ihre Systeme, ihre Standards – wie den Open-Source-Standard oder Dezentralität –, ihre Funktionsweisen und die ethischen Grundsätze ihrer Vertreter:innen zum Thema hat. [vgl. 20, 27, 95]

Solchen Debatten fehlt es an vielen Stellen leider an Substanz und Informatikkenntnissen bei den teilnehmenden Politiker:innen und auch bei den Bürger:innen. Im aktuell-

¹¹Die Diskussion um Autonomes Fahren und die gesellschaftliche Akzeptanz werden bei „Die Debatte“ sehr gut aufbereitet: <https://www.die-debatte.org/autonomes-fahren-akzeptanz/> Dort findet sich auf der Fakt, dass Hacking eines der größten Probleme, sowohl bei der Akzeptanz als auch bei der Sicherheit bildet. Das spricht für informatische Allgemeinbildung um die Risiken von Hackerangriffen sinnvoll einschätzen zu können und sich weniger ausgeliefert zu fühlen.

¹²Dabei sei auch erwähnt, dass Technikskepsis eher die Regel als die Ausnahme ist, dabei nehmen Informatiksysteme keine Sonderrolle ein. [vgl. 62, 90]

¹³

1. Informatiksysteme durchdringen im zunehmenden Maße unser Leben, Informatikunterricht muss daher spätestens in der Sekundarstufe I verbindlicher Teil der Allgemeinbildung werden. Die Wissensgesellschaft ist auf die vielfältige Anwendung von Informatiksystemen angewiesen, die Informatik stellt dafür die wissenschaftliche Basis zur Verfügung. Die Kenntnis, Anwendung und kritische Reflexion der grundlegenden Konstruktionsprinzipien von Informatiksystemen dient daher der Lebensvorbereitung und der Orientierung in einer von diesen Systemen geprägten Welt.

2. Der Informatikunterricht trägt entscheidend zur Entwicklung der Lernenden zu mündigen Bürgern bei, indem sie erkennen, dass Informatiksysteme von Menschen gestaltet sind. Sie reflektieren im Unterricht ihre eigenen exemplarischen Erfahrungen mit der Gestaltung von diesen Systemen. Die Lernenden erwerben im Unterricht Kenntnisse, Erfahrungen und Kompetenzen zu verschiedenen Werkzeugen zur Bewältigung des Problemlöseprozesses und treffen Entscheidungen über ihren adäquaten Einsatz.[6]

ten Bericht zum „Digitalindex“ des Landes, der Studie „Wie digital ist Deutschland?“ [48] gibt es auch ein Kapitel zur digitalen Kompetenz, welches insbesondere Aussagen zur Kenntnis informatischer Begriffe macht. Wird der –die Informatik grundlegend prägende– Begriff „Algorithmus“ betrachtet, fällt auf, dass die Ergebnisse ernüchtern. Während 43 % (dabei –10 % bei Frauen, +10 % bei Männern) der Befragten angaben, dass sie den Begriff erklären könnten oder in etwa wüssten, was er bedeutet, wählten nur etwa 30 % auch die richtige Erklärung aus, wobei ihnen drei Möglichkeiten zur Verfügung gestellt werden. [vgl 48]

In den Tagen, in denen diese Zeilen geschrieben werden, ist viel los in der Welt. Nicht wenig davon beinhaltet informatische Themen. Während dieser Bericht entsteht, gibt es im Vereinigten Königreich eine große Debatte über den „A-Levels-Skandal“, es ist wenige Wochen nach den großen #BlackLivesMatter-Protesten und die Diskussion über Polizeigewalt hält immer noch an. Außerdem befinden wir uns immer noch inmitten der COVID19-Pandemie. Dies sind alles gesellschaftlich höchst relevante Themen mit Informatikbezug. Außerdem jahrelang nachwirkend ist der NSA-Skandal. Im Folgenden werden diese Ereignisse näher beleuchtet. Diese Beispiele belegen, warum eine Grundbildung in Informatik so wichtig ist: Ihre Systeme beeinflussen unseren Alltag und unsere Zukunft entscheidend.

1. Der A-Levels-Skandal.

In den Tagen, in denen diese Zeilen für ein Seminar an einer deutschen Universität getippt werden, erfahren zahlreiche Schüler:innen im Vereinigten Königreich ihre Schulabschlussnote. Das Problem dabei ist, dass die Schuljahresendprüfung aufgrund der COVID19-Pandemie gar nicht stattfanden. [vgl. 7] Ein Algorithmus hatte hingegen aus diversen Daten der Schüler:innen ihre Schuljahresendnote berechnet – bei staatlichen Schulen lagen diese berechneten Noten meist unter den Vorschlägen der Lehrer:innen, bei privaten Einrichtungen hingegen darüber. [vgl. 7] Der Protest der Schüler:innen ist groß. Sie gehen auf die Straße mit Schildern die klare Ansagen machen: „Postcodes do not define Intelligence.“, „An Algorithm decided my future.“, „You have ruined our lives.“. [7] Die Zuständigen im Vereinigten Königreich haben die Notenvergabe inzwischen doch den Vorschlägen der Lehrer:innen angepasst – doch die Verwirrung und der Stress bei den Schüler:innen und Universitäten bleibt. [vgl. 7]

Statements wie „An Algorithm decided my future.“ sollten klar machen, wieso Wissen über Algorithmen, ihre Funktionsweise und ihre Auswirkungen so enorm wichtig sind. Im Zuge der A-Levels-Diskussion erscheinen weitere Artikel wie

“It’s not just A-levels — algorithms have a nightmarish new power over our lives” [60] von Arwa Mahdawi für den Guardian. Die oben genannten Ergebnisse Deutschlands bei der Frage, was ein Algorithmus sei, reichen für solche Debatten in unseren Augen einfach nicht aus.

2. Gesellschaftliches Vertrauen in informatische Systeme – #BlackLives Matter und die Diskussion um Polizeigewalt in den USA.

Biased Algorithms sind ein wichtiger Punkt, bei dem die Gesellschaft Regierungen und Informatiker:innen in die Verantwortung ziehen müsste, ethische Algorithmen zu entwerfen. [vgl. 66] Eine kritische Informatik kann jedoch nur entstehen, wenn es ein gesellschaftliches Korrektiv der Software gibt. Neben Open-Source-Ansätzen, die den Code für alle Menschen einsehbar machen, heißt das vor allem: Ansätze, die den Code oder zumindest seine Auswirkungen, seine Konzepte, Ideen für alle hinterfragbar machen. Das schaffen nur bildungspolitische Ansätze.

„Predictive Policing“, also Software, die trainiert wird, um Wahrscheinlichkeiten für Verbrechen zu bestimmen, soll zukünftig in den USA nicht mehr entwickelt werden, wenn es nach einer Gruppe Fachkundiger dort geht. Sie trainiere auf rassistischen Daten und sei daher selbst zutiefst rassistisch. [vgl. 88, 89] Diese Diskussion bekommt durch #BlackLivesMatter den nötigen Anstoß, sodass sich die Verantwortlichen entscheiden, nicht mehr mit der Polizei zusammenzuarbeiten und damit nicht zum Problem der Polizeigewalt beizutragen. [vgl. 89] Fast zehn Jahre nach COMPAS – eine Software, die basierend auf rassistischen Daten trainiert wurde und dennoch in US-amerikanischen Gerichten eingesetzt wurde [vgl. 79, 98] – muss diese Diskussion also immer noch geführt werden. Es ist notwendig, dass die Gesellschaft das nötige informatische Fachwissen erlangt, um Diskurse fördern und solche Software einschränken zu können.

Die zwei gerade ausgeführten Beispiele basieren auf Prinzipien des Machine Learning [vgl. 7, 79, 89]. In unserer Seminardiskussion zum Thema „Ohne Informatik keine Allgemeinbildung“ kam die Frage auf, ob es das Ziel einer informatischen Grundbildung sei, dass jeder Algorithmus, jeder Code verstanden werden könnte. Die klare Antwort darauf ist: Nein! Es geht nicht darum, jeden Algorithmus zu verstehen – wie soll dies bei Machine Learning Algorithmen auch gehen? ¹⁴ Es geht darum, der Gesellschaft die entscheidende Bildung an die Hand zu geben, sodass sie selbst das Prinzip verstehend die Auswirkungen der Systeme auf das individuelle Leben einschätzen kann.

¹⁴diese sind Black Box Systeme [vgl. 13]

4. Apps im Kampf gegen die COVID19-Pandemie.

In der gesellschaftlichen und akademischen Diskussion, unter Anderem in unserem Modul „Informatik und Gesellschaft“, stehen auch die technischen Lösungen, die vorgeschlagen werden, um die COVID19-Pandemie zu bekämpfen. Nach wochenlanger Diskussion über mögliche App-Lösungen gewann eine dezentrale Open-Source-Lösung, die Bluetooth-Schlüssel zwischen den Geräten der Nutzer:innen austauscht und im Falle von von den Nutzenden gemeldeten Corona-Infektionen auf den Geräten der anderen Anwender:innen Kontaktbenachrichtigungen ausgibt. [vgl 70].

Das Vertrauen der europäischen Bevölkerung in informatische Systeme und die gesellschaftliche Diskussion über eben diese wurde durch diese Corona-Apps auf den Prüfstand gestellt.

Die Studie “Acceptability of app-based contact tracing for COVID-19: Cross-country survey evidence” [1] führte eine anonyme Online-Befragung von fast 6000 Bürger:innen der europäischen Staaten Frankreich, Deutschland, Italien und dem Vereinigten Königreich, sowie in den Vereinigten Staaten durch. Dabei ergab sich eine überwiegend positive Resonanz gegenüber den Apps – rund drei Viertel der Befragten würden eine solche App wahrscheinlich oder mit Sicherheit installieren, etwa 15 % sind sich unsicher. [vgl. 1] Spannend für diesen Bericht ist jedoch folgende Erkenntnis: „[C]oncerns about cybersecurity and privacy, together with lack of trust in government, are the main barriers to adoption.“ [1]. Auch die rechte Politik macht sich die Sorgen der Bevölkerung um den Datenschutz zu Nutze, um die deutsche Regierung zu beschuldigen, einen „gläsernen Menschen“ [40] und „Überwachungsstaat“ schaffen zu wollen [vgl. 40].

5. Der NSA-Skandal.

Fast sieben Jahre ist es mittlerweile her, dass der Name „Edward Snowden“ um die Welt gegangen ist. Der NSA-Skandal und die Abhöraffaire haben vor allem das Vertrauen deutscher Nutzer:innen in Datensicherheit geschwächt. [vgl. 68] Das kanadische Institut Centre for International Governance Innovation und die Einrichtung Ipsos haben in den Jahren 2014 und 2016 bis 2019 Umfragen mit Internetnutzer:innen mit zwischen fast 24.000 und mehr als 25.000 schwankender Teilnehmer:innenzahl durchgeführt. Die Teilnehmer:innen stammten aus 24, später 25 Staaten aus der ganzen Welt. Deutschland stellt 2014 die misstrauischste Nation dar [vgl. 68]. In den Ergebnissen von 2019 sind es nur 32 % der weltweit

Befragten, die „at least some degree of confidence that any of the algorithms they use are unbiased, in any context“ [18] ausdrücken. Die – wirklich interessanten – Ergebnisse dieser Umfragen hier weiter auszuführen, würde den Rahmen des Berichtes sprengen, doch es ergibt sich bei der Lektüre der Ergebnisse der Berichte ein klares, weltweites Bild:

- Die NSA-Affäre hat Spuren beim Vertrauen sowohl in Regierungen, als auch in Tech-Firmen und deren Entwickler:innen hinterlassen.
- Es besteht ein grundlegendes Misstrauen gegenüber informatischen Inhalten.
- Es fehlt an grundlegendem Wissen über eben diese. [vgl. 14–18].

Das Vertrauen der Bevölkerung in informatische Systeme ist ein wichtiger Punkt in der politischen Diskussion der kommenden Jahre. Die genannten Beispiele haben die politische Brisanz von Informatikanwendungen gezeigt. Auf der anderen Seite steht der problematische Fehlschluss, Algorithmen würden objektive Entscheidungen treffen. [vgl. 69, 87, 98] Einschlägige populärwissenschaftliche Autor:innen, wie die bereits genannten, Fry und O’Neil, oder die deutsche Autorin Katharina Zweig, warnen immer wieder dies zu denken. Die Autorinnen dieses Berichts schließen sich dem an: Der Gedanke, dass Informatiksysteme objektiv, neutral und damit gerechter urteilend als Menschen seien, ist ein fataler Irrglaube.

Die erläuterten Beispiele zeigen, dass eine grundlegende informatische Kompetenz weltweit erforderlich ist, um gesellschaftlich über Prozesse und Ereignisse wie die genannten mitentscheiden zu können.

Auf der re:publica 2015 gab es einen sehr informativen, über Youtube abrufbaren Beitrag, der ethische und informatische Themen als Einheit zu betrachten forderte. Um den Inhalt kurz zu machen: Schon Jugendliche sollten in der Lage sein, wenn sie in politische Diskussionen einbezogen werden, auch qualitative Beiträge zu bringen. [74] Dafür brauche es Bildung, die sie (digital)kritisch macht und sie in die Lage versetze, ihre eigenen Fähigkeiten die Gesellschaft zu gestalten einzusetzen. [74] Diese Punkte sind enorm wichtig und fassen den Weg zu all dem Handlungspotential zusammen, dessen Bedarf die vorherigen Beispiele aufgezeigt haben.

Dabei ginge es nach Hromkovič nicht darum, die kurzlebigen Systeme der Informatik sehr gut zu kennen, sondern viel mehr um grundlegende Konzepte und Denkweisen. [vgl. 45] In einem Artikel Randow’s für die ZEIT wird hingegen noch einmal ein anderer

Ansatz gegangen: „Denn meistens sind nicht die Algorithmen der interessante Punkt, sondern die Daten. [...] Der Mensch muss erstens erfahren, wenn eine Maschine über ihn entschieden hat – und zweitens, warum so und nicht anders entschieden wurde. Das ist technisch nicht trivial“ [73]. Der Artikel stellt wichtige Gedanken zu Transparenz von KI und Robotik und einem „Verhaltenskodex“ für Informatikschaffende dar. Die Forderung nach Data Literacy ist ebenso spannend, siehe bspw. die Dissertation *Von Datenmanagement zu Data Literacy: Informatikdidaktische Aufarbeitung des Gegenstandsbereichs Daten für den allgemeinbildenden Schulunterricht* von Andreas Grillenberger [33].

Ein Informatikunterricht, der Gestaltung beinhaltet und vermittelt, kann Unabhängigkeit von fremder Software und ein Korrektiv dieser bieten. [vgl. 46, 76, 77]

Digitalkritische Haltungen können sich nur durch ein Verständnis digitaler Systeme ausbilden. Auf der re:publica 2015 gab es den Beitrag *Code + Ethik* [74], der im nächsten Absatz bei der Diskussion, ob ethische Inhalte mit zu informatische Bildung gezählt werden sollten, noch einmal stärker beschrieben wird. Die Autor:innen des re:publica-Beitrags erklären die Mündigkeit des informatisch gebildeten Menschen folgendermaßen: Jugendliche sollten in politischen Debatten eine Meinung haben und diese auch klar begründen können, doch dafür braucht es Bildung, die neben qualitativ hochwertigen Fakten auch die Fähigkeit, sich selbst und den Grad an selbstbestimmter Gestaltung der Umwelt einzuschätzen, aufbaut. [vgl. 74] Nur informatische Bildung kann Berührungsängste mit der Informatik abbauen, [vgl. 5] denn der Ohnmacht und Hilflosigkeit gegenüber Informatiksystemen kann nur mit Verständnis gegenübergetreten werden. [vgl. 5] Zur informatischen Mündigkeit gehört auch ein entsprechendes Selbstbewusstsein gegenüber den Systemen [vgl. 24, 54], sowie ein Bewusstsein dafür, dass diese menschengemacht und keine Naturgesetze sind. Damit verbunden ist die Entmystifizierung der Technik. [vgl. 54] Außerdem lehrt die Informatik wie keine andere Wissenschaft, Ansätze um Probleme zu lösen. [vgl. 34, 55, 81] ¹⁵¹⁶

Die ersten beiden Ludwigsfelder Thesen betrachten wir durch diesen Absatz als belegt, da aufgezeigt wurde, an welchen Stellen Informatiksysteme in das Leben zahlreicher

¹⁵Eine spannende Abhandlung zu diesem Teil des Informatikunterrichts ist Bernhard Koerber, Peter Brichzin und Hermann Puhmann. „Problemlösungskompetenz“. In: *LOG IN: Vol. 34, No. 1* (2014)

¹⁶An dieser Stelle sei ein wenig augenzwinkernd eine reale Konversation zwischen der Autorin Lea-Kathrin Gleißner und ihrem Kommilitonen Andreas Zimmermann genannt, bei der Gleißner in einem Gruppenchat schrieb, sie habe sich verlaufen und Zimmermann mit: „Dijkstra hilft.“ antwortete. Kürzeste-Wege-Algorithmen sind ein sehr gutes Beispiel für Algorithmen, die gesellschaftlich in sehr hohem Gebrauch sind, jedoch von vergleichsweise wenig Personen konzeptuell verstanden werden.

Personen eingreifen und wo informatische Bildung dringend notwendig ist.

5.3 Ethik und Programmieren in der informatischen Bildung: Must-Have oder Nice-to-have?

Nachdem im vorherigen Abschnitt ausführlich gezeigt wurde, warum informatisches Wissen Teilhabe und Mündigkeit in der modernen Lebensumwelt bedingt, soll an dieser Stelle noch einmal kurz auf zwei eher kontrovers diskutierte mögliche Inhalte informatischer Bildung eingegangen werden. Wie stellen zwei Fragen:

1. Sind Programmierkenntnisse essentieller Bestandteil informatischer Bildung?
2. Sollte Wissen zu ethischen Themen gemeinsam mit dem Fachwissen vermittelt werden?

Sind Programmierkenntnisse essentieller Bestandteil informatischer Bildung?

Manchmal nehmen Bildungsdebatten durchaus seltsame Ausläufer an. Sascha Lobo, Kolumnist beim Spiegel Online hat 2017 einen Beitrag mit dem Titel „Programmieren lernen hilft nicht“ [siehe 57] verfasst. Auf seinem eigenen Blog wird der Titel zu „Programmieren lernen hilft nicht immer“ relativiert [vgl. 58]. Darin spricht er sich – mit durchaus validen Argumenten – gegen ein Pflichtfach Programmieren aus. Ergänzend dazu hat er einen Podcast aufgenommen, in dem er Leser:innenkommentare aus dem Spiegel Online Forum liest und diskutiert. [siehe 59] Er schreibt selbst „Darin [*gemeint ist im besagten Podcast*] gehe ich auf ausgewählte – positive wie negative – Kommentare ein. Einen davon hebe ich besonders hervor, weil ein geradezu genialischer Vorschlag darin enthalten ist.“[59] Die Idee, für die sich Lobo so begeistert, ist die Idee eines Faches „Problemlösen“ in der Schule. [vgl. 56] Dieses Beispiel zeigt noch einmal sehr gut auf, dass die Inhalte von Informatik in der gesellschaftlichen Diskussion oft sehr verwaschen und nicht wirklich greifbar sind. Lobo schreibt „,[P]rogrammieren lernen‘ steht als Symbol dafür, mit den Herausforderungen der digitalen Welt besser zurechtzukommen. Die Kenntnis einer Programmiersprache steht als Pars pro Toto für die Hoffnung, unsere Kinder mögen die gewaltige Gesellschaftsaufgabe Digitalisierung doch besser meistern als wir. Genau das halte ich für falsch. Nicht nur Unsachkundige ziehen diesen Fehlschluss. Im Gegenteil ist ein großer Defekt der Nerd- und Digitalkultur die Überzeugung, dass man die Welt versteht, wenn man Programmiersprachen versteht. [...] Wer programmieren kann, kann programmieren – was aber dringend und immer

schmerzlicher fehlt, ist ein Verständnis der Zusammenhänge einer digital vernetzten Welt und nicht ihrer kleinsten Bausteine. Es lässt sich grob mit dem Kenntnisunterschied zwischen einer Stadtplanerin und einem Maurer vergleichen, wenn man das Ziel hat, eine Stadt zu verstehen.“ [57] Das immer wieder geforderte Pflichtfach ist kein Fach für reines Programmieren, sondern eben das Pflichtfach Informatik. Die Informatik ist die Strukturwissenschaft, die Problemlösungskompetenz fördert und ausbildet. Es gibt das Fach „Problemlösen“ schon – es ist die Informatik! Die Informatik zwingt diejenigen die mit ihr arbeiten wollen, Lösungen für Probleme zu finden, sie formal korrekt zu formulieren und diese Lösungen auf Korrektheit, Effizienz und Implementierbarkeit zu untersuchen und stetig zu verbessern. In keiner anderen Wissenschaft kann ein Selbstbewusstsein für Problemlösungskompetenz in diesem Maße ausgebildet werden. [vgl. 38, 86] Der in informatisch-ethischen Themen aktive Ex-Direktor des MIT Media Lab Walter Bender hat einen TED-Talk bei TedxKids@Brussels gehalten. [vgl. 4] Aus diesem stammt der folgende Satz, der für uns essentiell zusammenfasst, weshalb Informatik so einen großen Einfluss auf das Selbstbewusstsein derer haben kann, die sie erlernen:

Learning to solve problems is not just about learning to solve problems, but also about learning that you can solve problems. ([4])

Auch der Vergleich mit der Stadtplanung hinkt bezogen auf die Forderung nach einem Pflichtfach Informatik. Informatik und Medienkunde sind die Bezugswissenschaften des Digitalen und wir hoffen bereits ausreichend begründet zu haben, weshalb Informatik als solche dringend für so ein konzeptionelles Verständnis dieser digitalen Welt nötig ist und eben nicht nur etwas für „Nerds“ und die entsprechenden Communities.

Die dennoch weiterhin zu stellende Frage ist: Wie viel Mehrwert hat das Erlernen von konkreten Programmierkenntnissen beim Erlernen von informatischen Denkweisen, die zu eben dieser Problemlösungskompetenz führen? Hierbei ist doch sinnvoll noch einmal auf Lobos Argumente gegen verpflichtenden Programmierunterricht zurückzukommen, da sie außerhalb dieser stark vereinfachten Kontextualisierung der Bildungsdebatte durchaus Hand und Fuß haben. Lobos Aussagen lassen sich wie folgt zusammenfassen: Es sei unbekannt, in welche Richtung sich der Programmierbereich entwickle. Programmiersprachen verändern sich schnell und es gäbe eine ungeheure Bandbreite an Programmiersprachen. Der digitale Wandel könne schnell verschätzt werden, so wie die Industrialisierung teilweise verschätzt wurde. Es könnte sein, dass Programmierkenntnisse gar nicht so relevant für verschiedene Zukunftsszenarien sind wie bisher

angenommen. [vgl. 57] Hellmig, der Sprecher der GI für „Informatik in der Schule“ sagt „Schüler und Schülerinnen brauchen kein Spezialwissen“ [5], wobei unklar bleibt, was genau damit gemeint ist und ob Programmieren seiner Ansicht nach dazu gehört. In diesem Bericht tendieren wir eher zur gleichen Meinung wie die Autor:innen des Artikels „Informatik – Kompetenzentwicklung bei Kindern“ aus dem Informatik Spektrum:

Programmieren ist nur ein sehr kleiner Teil, der für informatische Bildung den Blick einengt auf einen Skill. ([47])

Sie argumentieren für Programmieren im Kontext von Informatik. Viel wichtiger als der Fokus auf das Programmieren sei es, Problemstellungen aus der eigenen Erfahrungswelt als Ausgangspunkt für informatische Modellierung zu wählen und durch Eigentätigkeit umzusetzen. Programmieren sollte als Teil der Modellierung angesehen und gelehrt werden. [vgl. 47] Der Artikel „Roboter programmieren“ – ein Kinderspiel. Bewegt sich auch etwas in der Allgemeinbildung?“ [65] begründet die These, dass Programmieren zum allgemeinen Gedankengut einer modernen Industrie- und Dienstleistungsgesellschaft gehöre. Nicht weil das Programmieren zum Alltag vieler Arbeitskräfte gehören würde, sondern weil es die beste, vielleicht sogar die einzige Art ist, wie man sich ein kompetentes Urteil darüber bilden kann, was Computer im Prinzip können oder nicht [65] und begründet somit den allgemeinbildenden Gehalt des Programmierens an sich. Douglas Rushkoff argumentiert für Fähigkeiten beim Programmieren damit, dass „Nutzen“ und „Gestalten“ von Informatiksystemen genauso zusammengehören wie „Lesen“ und „Schreiben“ oder „Hören“ und „Sprechen“. [vgl. 76, 77] Außerdem sieht er Programmierkenntnisse als Mittel an, um entscheiden zu können, ob ein System durch die Natur der Dinge begrenzt ist, oder sich etwaige Einschränkungen der Nutzenden durch den konkreten Willen der Programmierenden ergeben. So sieht er in Programmierkenntnissen auch einen Weg zur autonomen und selbstbestimmten, statt fremdeingeschränkten Person. [vgl. 76] Wir tendieren dazu, das Programmieren als Bestandteil informatischer Bildung anzusehen, um praktisch mit Algorithmen in Kontakt gekommen zu sein, die sonst in der informatischen Bildung entwickelt, analysiert und verbessert werden. Wir sehen im Programmieren eine kreative Tätigkeit, bei der ein konkreter Bezug vom theoretischen Wissen zur Lebensrealität geschaffen werden kann. Außerdem empfinden wir das Gefühl, wenn ein selbst erstellter Algorithmus auch getestet werden kann – vorausgesetzt der Algorithmus ist fehlerfrei und die Anwendung läuft, ansonsten tritt der Fall ein, dass wir akribisch den Fehler suchen, egal wie relevant

diese konkrete Aufgabe vielleicht gerade für uns ist und ungeachtet der Tatsache, dass es manchmal schlicht egal ist, ob wir sie lösen – als so befriedigend, dass es langfristige Motivation für den Lernprozess sein kann.

Sollte Wissen zu ethischen Themen gemeinsam mit dem Fachwissen vermittelt werden?

Dieses gesamte fünfte Kapitel stellt klar: Es gibt derzeit viele gesamtgesellschaftlich relevante Fragestellungen, deren Antworten die Fachwissenschaften Informatik und Ethik nur gemeinsam finden können. Ist deshalb eine „Algorithmenethik“ oder „kritische Informatik“ essentieller Bestandteil informatischer Bildung?

Im schulischen Kontext stellt sich erneut die Frage nach dem Verwalterischen und der Zeit von Schüler:innen. [vgl. 74]. Allerdings ist es in eben diesem Kontext auch entscheidend, relativ breite Massen zu erreichen (siehe Abschnitt 4.4). Dies kann über eine breite Ausrichtung der Inhalte und Verknüpfung mit dem Alltag eher geschehe, als wenn nur die reinen fachwissenschaftlichen Thematiken diskutiert werden. [vgl. 74]. Fachwissenschaftler:innen argumentieren, dass ethische Aspekte in anderen Fächern, wie der Soziologie oder einem interdisziplinären Fach, besser aufgehoben seien und nicht zur Vermittlung von allgemeinbildender Informatik zählen. [vgl. 2]

Wir schließen uns dem Sprecher des Fachausschusses „Informatische Bildung in Schule“ der GI Lutz Hellmig an, der in einem Artikel der ZEIT folgendermaßen zitiert wurde:

„Schüler und Schülerinnen brauchen kein Spezialwissen, aber ein grundsätzliches Verständnis für Fragen der maschinellen Verarbeitung von Informationen und Daten.“ Sie sollten nicht nur eine „passive Konsumhaltung“ einnehmen, sondern beurteilen können, welche medizinischen, ökologischen und ethischen Folgen die Digitalisierung oder die künstliche Intelligenz haben. Sie sollten auch einschätzen können, welche Grenzen die Digitalisierung hat. ([5])

Es sollte in Bildungsdebatten nicht darum gehen, alle Generationen zu Fachwissenschaftlern auszubilden, doch Mündigkeit kann nur durch die Kontextualisierung von fachwissenschaftlichen Inhalten mit ihren gesamtgesellschaftlichen Wechselwirkungen aufgebaut werden.

6 Schlusswort

Diese Arbeit hatte zum Ziel, die Frage „Keine Allgemeinbildung ohne Informatik?“ zu diskutieren. Wir sind zu dem Schluss gekommen, dass gilt: „Keine Allgemeinbildung ohne Informatik!“ Dabei sind wir von zwei Seiten an das Problem herangegangen und haben zuerst eine Begriffserklärung und Abgrenzung der Informatik von der Medienkunde vorgeführt, da letztere in der Gesellschaft oft einfach nicht vorgenommen wird, was zu völlig verschobenen Wahrnehmungen bezüglich gesellschaftlich relevanten Wissens führen kann. Ferner haben wir deutlich gemacht, dass digitale Infrastrukturen nicht zu Wissen und Verständnis diesen gegenüber führen und daher auf keinen Fall ausreichend sein können.

Danach haben wir uns Informatik in der Schulbildung angesehen, um zu sehen, ob allgemeinbildende Schulsysteme Informatik priorisieren. Es ist dabei deutlich geworden, dass sie es nicht tun. Unserer Meinung nach verkennt die Bildung dabei erheblich, welche Kompetenzen in der modernen Welt gefragt werden, sowie den allgemeinbildenden Gehalt von Informatikunterricht. Außerdem empfinden wir die Informatikkenntnisse deutscher Schüler:innen nicht als ausreichend.

Die (Bildungs-)Politik und Gesellschaft verkennt, dass die als wichtig eingestuften medienkundlichen und anwendungsbezogenen Kenntnisse kein informatisches Wissen vermitteln.

Die Frage „Warum allgemeinbildender Informatikunterricht?“ konnten wir mit vielen Argumenten beantworten, die wir auf den Ludwigsfelder Thesen aufgebaut und ergänzt haben. Wir hoffen auf zeitnahe (bildungs-)politische Entscheidungen dazu. Vor allem die Förderung von Personen marginalisierter Geschlechter empfinden wir als ein charmanantes Argument für allgemeinbildenden Informatikunterricht.

Wir stellten zeitgenössische und bedeutende gesellschaftliche Fragestellungen vor, die nur mit informatischen Kenntnissen zu beantworten sind, um die Ludwigsfelder Thesen zur Mündigkeit in der von Informatiksystemen durchdringenden Lebensumwelt zu belegen. Dabei wurde deutlich, dass das Ausmaß von Informatiksystemen auf die Lebensrealität einzelner Menschen sehr groß ist, während es keine Möglichkeit gibt, sich bewusst von diesen abzuwenden. Oft sind es Algorithmen, die nicht mit sondern über bestimmte Personen entscheiden. Mündige Bürger:innen einer Demokratie sollten durchaus gebildet genug sein müssen, um die theoretischen Konzepte hinter den algorithmischen Systemen und ihre gesellschaftlichen Aus- und Wechselwirkungen zu verstehen. [74] Dabei ist deutlich geworden, dass es ein Selbstbewusstsein und Be-

wusstsein, dass diese informatischen Artefakte menschengemacht sind, braucht, um selbstbestimmt die eigene Lebensumwelt gestalten zu können. Deshalb sehen wir informatische Bildung nicht nur für eine Bildungselite, sondern durch alle Gesellschaftsschichten hindurch als notwendig an.

Literatur

- [1] Samuel Altmann u. a. “Acceptability of app-based contact tracing for COVID-19: Cross-country survey evidence”. In: *Available at SSRN 3590505* (2020). DOI: 10.2139/ssrn.3590505.
- [2] Michael Barot und Daniel Baumgartner. “Informatik am Gymnasium - Ein Klärungsversuch mit Vorschlägen”. In: *Informatik Spektrum* 42.2 (2019), S. 97–101. DOI: 10.1007/s00287-019-01168-z.
- [3] Julius Beineke. *Pflichtfach Informatik – im Schuljahr 2023/2024 geht’s in Niedersachsen los*. de. 8. Feb. 2020. URL: <https://t3n.de/news/informatik-2023-pflichtfach-niedersachsen-1249581/> (besucht am 29.08.2020).
- [4] Walter Bender. *TEDxKids@Brussels - Walter Bender - Program or be programmed*. TEDxYouth. 9. Juni 2011. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=5bUYtgLhAfo>.
- [5] Julia Bernewasser. “Digitalisierung an Schulen: Informatik für alle”. de-DE. In: *Die Zeit* (vom 09.05.2019) (9. Mai 2019). ISSN: 0044-2070. URL: <https://www.zeit.de/gesellschaft/schule/2019-05/digitalisierung-schulen-informatik-unterricht-programmieren-digitalpakt/seite-2> (besucht am 24.08.2020).
- [6] Bernd Bethge u. a. “Informatikunterricht für alle! Ludwigsfelder Thesen”. In: *Log In* 124 S 33 (2003).
- [7] Burkhard Birke. “Keine Notenvergabe per KI”. In: *Deutschlandfunk* (18. Aug. 2020). URL: https://www.deutschlandfunk.de/grossbritannien-keine-notenvergabe-per-ki.680.de.html?dram:article_id=482579 (besucht am 30.08.2020).
- [8] Anna Biselli. *Medienkompetenz, quo vadis? Teil I: Was ist das eigentlich?* März 2014. URL: <https://netzpolitik.org/ueber-uns/> (besucht am 24.08.2020).
- [9] Anna Biselli. *Über uns*. de-DE. URL: <https://netzpolitik.org/ueber-uns/> (besucht am 24.08.2020).
- [10] Wilfried Bos und Birgit Eickelmann. *ICILS2013 auf einen Blick. Presseinformationen zur Studie und zu zentralen Ergebnissen*. 20. Nov. 2014.

- [11] Torsten Brinda u. a. “Frankfurt-Dreieck zur Bildung in der digital vernetzten Welt. Ein interdisziplinäres Modell”. In: *Informatik für alle, Lecture Notes in Informatics (LN)*. Bonn: Gesellschaft für Informatik, 2019.
- [12] Referat Öffentlichkeitsarbeit Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Hrsg. *DigitalPakt Schule. Das smarte Klassenzimmer*. Juli 2019.
- [13] Dallas Card. “The “black box” metaphor in machine learning”. In: *towards data science* (2017). URL: <https://towardsdatascience.com/the-black-box-metaphor-in-machine-learning-4e57a3a1d2b0>.
- [14] CIGI-Ipsos. *2014 CIGI-Ipsos Global Survey on Internet Security and Trust*. 2014. URL: www.cigionline.org/internet-survey-2014 (besucht am 20.08.2020).
- [15] CIGI-Ipsos. *2016 CIGI-Ipsos Global Survey on Internet Security and Trust*. 2016. URL: www.cigionline.org/internet-survey-2016 (besucht am 20.08.2020).
- [16] CIGI-Ipsos. *2017 CIGI-Ipsos Global Survey on Internet Security and Trust*. 2017. URL: www.cigionline.org/internet-survey-2017 (besucht am 20.08.2020).
- [17] CIGI-Ipsos. *2018 CIGI-Ipsos Global Survey on Internet Security and Trust*. 2018. URL: www.cigionline.org/internet-survey-2018 (besucht am 20.08.2020).
- [18] CIGI-Ipsos. *2019 CIGI-Ipsos Global Survey on Internet Security and Trust*. 2019. URL: www.cigionline.org/internet-survey-2019 (besucht am 20.08.2020).
- [19] Volker Claus. *Einführung in die Informatik: Mit 48 Beispielen und 18 Aufgaben. Mathematik für das Lehramt an Gymnasien*. 4. Aufl. Stuttgart: Teubner, 1975.
- [20] Ingo Dachwitz. *Bewegt euch endlich!* Netzpolitik.org. 26. Apr. 2020. URL: <https://netzpolitik.org/2020/bewegt-euch-endlich/>.
- [21] *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. Gesellschaft für Informatik e.V., März 2016.
- [22] Nico Dannenberger. *Die Deutschen und ihr Auto – Können wir loslassen?* die Debatte. 18. Mai 2017. URL: <https://www.die-debatte.org/autonomes-fahren-akzeptanz/>.

- [23] Ira Diethelm. *Informatische Bildung für digitale Aufklärung*. de-DE. digitalisierung.education. 2. Jan. 2019. URL: <https://www.digitalisierung.education/informatische-bildung-fuer-digitale-aufklaerung/> (besucht am 25.08.2020).
- [24] Ira Diethelm. *Wissenschaftler im Porträt (4): Die Informatikdidaktikerin*. Hrsg. von Universität Oldenburg. Universität Oldenburg. 27. Aug. 2014. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=5NJxuch1UZA>.
- [25] *Digitalisierung an Schulen – so nicht! FIF kritisiert Digitalpakt mit Windows 10 und Office 365*. Forum InformatikerInnen für Frieden und gesellschaftliche Verantwortung e.V. URL: https://www.fiff.de/PM_Digitalisierung.
- [26] Christina Dörge. *Informatische Schlüsselkompetenzen: Konzepte der Informationstechnologie im Sinne einer informatischen Allgemeinbildung*. Bd. 8. Universitätsverlag Potsdam, 2012.
- [27] dpa. “Debatte um die Corona-App: Spahn wechselt ins dezentrale Lager”. In: *Taz.de* (). URL: <https://taz.de/Debatte-um-die-Corona-App!/5681031/>.
- [28] Karl Engelhardt. “So geht es auch – Mein Informatikunterricht nach britischem Lehrplan”. In: *Jugend hackt Blog* (2016). URL: <https://jugendhackt.org/blog/so-geht-es-auch-mein-informatikunterricht-nach-britischem-lehrplan/>.
- [29] Michael Fothe und Steffen Friedrich. “Informatik in die Schule! – ein erneutes Plädoyer”. In: *Informatik Spektrum* 34.5 (Mai 2011), S. 519–520.
- [30] Jens Gallenbacher. *Abenteuer Informatik*. 2017. DOI: 10.1007/978-3-662-53965-1.
- [31] Jens Gallenbacher. “Allmächtiger Computer!?” In: *Abenteuer Informatik: IT zum Anfassen für alle von 9 bis 99 – vom Navi bis Social Media*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2017, S. 379–400. ISBN: 978-3-662-53965-1. DOI: 10.1007/978-3-662-53965-1_15. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-662-53965-1_15.
- [32] Friedhelm Greis. *Bundeskanzlerin Merkel: Programmieren wird Basisfähigkeit von jungen Menschen - Golem.de*. de-DE. Golem.de. 13. Dez. 2016. URL: <https://www.golem.de/news/bundeskanzlerin-merkel-programmieren-wird-basisfaehigkeit-von-jungen-menschen-1612-125047.html> (besucht am 29.08.2020).

- [33] Andreas Grillenberger. *Von Datenmanagement zu Data Literacy: Informatikdidaktische Aufarbeitung des Gegenstandsbereichs Daten für den allgemeinbildenden Schulunterricht*. Freie Universitaet Berlin (Germany), 2019.
- [34] Alexander Hacke und Andreas Schwill. “Informatisches Problemlösen im Praxissemester”. In: *Potsdamer Beiträge zur Lehrerbildung und Bildungsforschung* (2018), S. 231–243.
- [35] Anna Erika Hägglund und Markus Lörz. “Warum wählen Männer und Frauen unterschiedliche Studienfächer?” In: *Zeitschrift für Soziologie* 49.1 (1. Feb. 2020), S. 66–86. DOI: <https://doi.org/10.1515/zfsoz-2020-0005>. URL: <https://www.degruyter.com/view/journals/zfsoz/49/1/article-p66.xml>.
- [36] Klaus Harney und Bernd Zymek. “Allgemeinbildung und Berufsbildung. Zwei konkurrierende Konzepte der Systembildung in der deutschen Bildungsgeschichte und ihre aktuelle Krise”. In: *Zeitschrift für Pädagogik* 40.3 (1994), S. 405–422.
- [37] Kathrin Haselmeier u. a. “Interesse an Informatik und Informatikselbstkonzept zu Beginn der Sekundarstufe I des Gymnasiums”. In: *Informatik für alle* (2019).
- [38] Urs Hauser, Dennis Komm und Giovanni Serafini. “Wie Mathematik und Informatik im Unterricht voneinander profitieren können - Teil 1: Abstraktionsfähigkeit”. In: *Informatik Spektrum* 42.2 (2019), S. 118–123.
- [39] Urs Hauser, Dennis Komm und Giovanni Serafini. “Wie Mathematik und Informatik im Unterricht voneinander profitieren können - Teil 2: Variation der Problemstellung und Modularisierung”. In: *Informatik Spektrum* 42.2 (2019), S. 124–129.
- [40] Alternative für Deutschland (AfD) (Herausgeber) hb. *Stephan Brandner: AfD warnt vor ‚Corona-App‘ - Keine gläsernen Bürger schaffen!* 2020. URL: <https://www.afd.de/stephan-brandner-afd-warnt-vor-corona-app-keine-glaesernen-buerger-schaffen/> (besucht am 19.08.2020).
- [41] Steffen Kitty Herrmann. “Performing the Gap—queere Gestalten und geschlechtliche Aneignung”. In: *Online [16.09. 2008]: http://www.gender-killer.de/wissen%20neu/texte%20queer%20kitty.htm* (2003).
- [42] Hans Werner Heymann. *Allgemeinbildung und Mathematik*. Beltz. 1996.
- [43] Dirk W Hoffmann. *Theoretische Informatik*. 4. Aufl. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG, 2018. DOI: 10.3139/9783446457942.

- [44] Juraj Hromkovič. “Bilden wir die Erfinderinnen, Gestalter und Entwicklerinnen digitaler Technologie aus und nicht nur ihre Konsumenten!” In: *Informatik Spektrum*. 2019.
- [45] Juraj Hromkovič. “Informatik im Kontext der allgemeinen Bildung”. In: *Informatik Spektrum* 42.2 (2019), S. 80–87. DOI: 10.1007/s00287-019-01158-1.
- [46] Ludger Humbert und Daniel Losch. *Informatische Bildung für alle von Beginn an*. digitalisierung.education. 1. Feb. 2019. URL: <https://www.digitalisierung.education/informatische-bildung-fuer-alle-von-beginn-an/> (besucht am 29.08.2020).
- [47] Ludger Humbert u. a. “Informatik-Kompetenzentwicklung bei Kindern”. In: *Informatik Spektrum* (2020) (8. Feb. 2020), S. 1–9.
- [48] Studie durchgeführt von Kantar Initiative D21 e. V. (Herausgeber). “Kompetenz”. In: *Wie digital ist Deutschland?* Springer Fachmedien Wiesbaden, 2019–2020, S. 26–32.
- [49] Lisa Irmen und Ute Linner. “Die Repräsentation generisch maskuliner Personenbezeichnungen”. In: *Zeitschrift für Psychologie / Journal of Psychology* 213.3 (2005), S. 167–175. DOI: 10.1026/0044-3409.213.3.167. eprint: <https://doi.org/10.1026/0044-3409.213.3.167>. URL: <https://doi.org/10.1026/0044-3409.213.3.167>.
- [50] Susanne Klein. “Digitalisierung an Schulen – ein Streitgespräch”. de. In: *Süddeutsche Zeitung* (3. Feb. 2017). URL: <https://www.sueddeutsche.de/bildung/schule-mir-als-paedagogen-stellen-sich-die-nackenhaare-auf-1.3361350> (besucht am 26.08.2020).
- [51] Bernhard Koerber, Peter Brichzin und Hermann Puhlmann. “Problemlösungskompetenz”. In: *LOG IN: Vol. 34, No. 1* (2014).
- [52] Stefan Krempl. “Digitalpakt Schule: Informatiker kritisieren Einsatz von Microsoft-Produkten”. de. In: *heise online* (4. Dez. 2019). URL: <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Digitalpakt-Schule-Informatiker-kritisieren-Einsatz-von-Microsoft-Produkten-4603602.html> (besucht am 25.08.2020).
- [53] Amelie Labusch und Birgit Eickelmann. *ICILS2018 #Deutschland auf einen Blick. Presseinformationen zur Studie und zu zentralen Ergebnissen*. 5. Nov. 2019.

- [54] Urs Lautebach. “Digitalisierung: Informatik für alle”. In: *Die Zeit* (21. Feb. 2018). ISSN: 0044-2070. URL: <https://www.zeit.de/gesellschaft/schule/2018-02/digitalisierung-informatikunterricht-schulen-bildung> (besucht am 01.06.2020).
- [55] Jakob von Lindern. “Computer: Was, Ihr Kind kann nicht programmieren?” de-DE. In: *Die Zeit* (Sep. 2019). ISSN: 0044-2070. URL: <https://www.zeit.de/digital/internet/2019-08/computer-medienerziehung-programmieren-kinder-technologie> (besucht am 26.08.2020).
- [56] Sascha Lobo. “KolumnenCast Reaktionen – Programmieren als Schulfach”. In: (). Library Catalog: soundcloud.com. URL: <https://soundcloud.com/saschalobo/kolumnencast-reaktionen-programmieren-als-schulfach> (besucht am 01.06.2020).
- [57] Sascha Lobo. “Programmieren in der Schule: Sollen Kinder programmieren lernen?” de. In: *Der Spiegel - Spiegel Netzwelt* (29. März 2017). URL: <https://www.spiegel.de/netzwelt/web/programmieren-in-der-schule-sollen-kinder-programmieren-lernen-kolumne-a-1140928.html> (besucht am 27.08.2020).
- [58] Sascha Lobo. *Programmieren lernen hilft nicht immer*. de-DE. März 2017. URL: <https://saschalobo.com/2017/03/29/programmieren-lernen-hilft-nicht-immer/> (besucht am 27.08.2020).
- [59] Sascha Lobo. “Sascha Lobo: Programmieren als Schulfach - ja oder nein?” de. In: *DER SPIEGEL* (31. März 2017). URL: <https://www.spiegel.de/netzwelt/web/sascha-lobo-programmieren-als-schulfach-ja-oder-nein-a-1141378.html> (besucht am 27.08.2020).
- [60] Arwa Mahdawi. “It’s not just A-levels — algorithms have a nightmarish new power over our lives”. In: *The Guardian* (19. Aug. 2020). URL: <https://www.theguardian.com/commentisfree/2020/aug/19/its-not-just-a-levels-algorithms-have-a-nightmarish-new-power-over-our-lives> (besucht am 24.09.2020).
- [61] Helmut Martin-Jung. “Technikskepsis - Angst vor Technik ist irrational”. de. In: *Süddeutsche Zeitung* (14. Apr. 2017). URL: <https://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/technikskepsis-angst-vor-technik-ist-irrational-1.3460375> (besucht am 30.08.2020).

- [62] Peter Cornelius Mayer-Tasch. “Die Flucht vor der Maschine? — Zu den Motiven der Technikskepsis”. In: *Mensch — Gesellschaft Technik: Orientierungspunkte in der Technikakzeptanzdebatte*. Hrsg. von Ernst Kistler und Dieter Jaufmann. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 1990, S. 227–236. ISBN: 978-3-322-95524-1. DOI: 10.1007/978-3-322-95524-1_15. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-322-95524-1_15.
- [63] *Microsoft Digitalpaket*. de-de. URL: <https://www.microsoft.com/de-de/aktionen/digitalpaket> (besucht am 25.08.2020).
- [64] Paul Molitor und Stefan Posch. *Lehramt Informatik studieren*. https://www.informatik.uni-halle.de/studieninteressierte/lehramt_informatik/. Eingesehen am 21.08.2020. März 2020. URL: https://www.informatik.uni-halle.de/studieninteressierte/lehramt_informatik/.
- [65] Jürg Nievergelt. “„Roboter programmieren“– ein Kinderspiel. Bewegt sich auch etwas in der Allgemeinbildung?” In: *Informatik-Spektrum* 22.5 (1. Okt. 1999), S. 364–375. ISSN: 1432-122X. DOI: 10.1007/s002870050165. URL: <https://doi.org/10.1007/s002870050165> (besucht am 01.06.2020).
- [66] Tina Nord. “Was ist algorithmische Voreingenommenheit (Algorithmic Bias)?” In: *Lernen wie Maschinen (Blog)* (2019). URL: <https://www.lernen-wie-maschinen.ai/ki-pedia/was-ist-algorithmische-voreingenommenheit-algorithmic-bias/>.
- [67] Medienberatung NRW, Hrsg. *Medienkompetenzrahmen NRW*. Münster/ Düsseldorf, 2020.
- [68] *NSA-Affäre: Deutsche Nutzer vertrauen der Datensicherheit am wenigsten - Golem.de*. URL: <https://www.golem.de/news/nsa-ffaere-deutsche-nutzer-vertrauen-der-datensicherheit-am-wenigsten-1411-110778.html> (besucht am 20.08.2020).
- [69] Cathy O’Neil. *Angriff der Algorithmen. Wie sie Wahlen manipulieren, Berufschancen zerstören und unsere Gesundheit gefährden*. deutsch. Englisch übers. von Karsten Petersen. 2. Aufl. 2. Auflage 2018. München: Carl Hanser Verlag, 2017.
- [70] *Open-Source-Projekt für Corona-Warn-App*. Mitwirkende Personen des Open-Source-Projekts für Corona-Warn-App. 2020. URL: <https://www.coronawarn.app/de/> (besucht am 19.08.2020).

- [71] Gudrun Perko. "Sprache im Blick - Leitfaden für einen geschlechtergerechten Sprachgebrauch". In: (2012).
- [72] PiratenfraktionNRW. *Monika Pieper: Pflichtfach Informatik an allen Schulformen einführen! (komplette Debatte)*. 125. Plenarsitzung, Freitag, 07.10.2016 TOP 4. (komplette Debatte) Informatische Allgemeinbildung gewährleisten - Pflichtfach Informatik an allen Schulformen einführen Antrag der Fraktion der PIRATEN Drucksache 16/10784 Beschlussempfehlung und Bericht des Ausschusses für Schule und Weiterbildung Drucksache 16/12866. 10. Okt. 2016. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=ySGD14sU5Hw>.
- [73] Gero von Randow. "Informatik: A wie Algorithmus". In: *Die Zeit* (22. Feb. 2018). URL: <https://www.zeit.de/2018/06/informatik-roboter-algorithmus-kuenstliche-intelligenz> (besucht am 01.06.2020).
- [74] Maria Reimer, Daniel Seitz und Paula Glaser. *Code + Ethik = - re:publica 2015 #rp15 #jugendhackt*. Hrsg. von mediale pfade. republica 2015. 2015. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=1D34A2nuWCs>.
- [75] Technology Review. "Bomben im Code". de. In: *Heise Magazine* (Okt. 2017), S. 88. URL: <https://www.heise.de/select/tr/2017/10/1506273892581067> (besucht am 30.08.2020).
- [76] Douglas Rushkoff. *Code Literacy: A 21st-Century Requirement. Coding in the Classroom*. edutopia. 13. Nov. 2012. URL: <https://www.edutopia.org/blog/code-literacy-21st-century-requirement-douglas-rushkoff> (besucht am 29.08.2020).
- [77] Douglass Rushkoff. *Program or Be Programmed | Douglas Rushkoff | Talks at Google*. Veröffentlichungsdatum bei Youtube: 08.03.2011. Talks at Google. 10. Nov. 2010. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=BXjRaoTP1PE>.
- [78] Parvin Sadigh. "Digitalpakt: "Lernen ist und bleibt ein sozialer Prozess". Interview mit Bardo Herzig". In: *DIE ZEIT* (30. Jan. 2019).
- [79] Tom Schimmeck. *Algorithmen im US-Justizsystem - Schicksalsmaschinen*. de. Deutschlandfunk/WDR. 20. Juni 2017. URL: https://www.deutschlandfunkkultur.de/algorithmen-im-us-justizsystem-schicksalsmaschinen.3720.de.html?dram:article_id=385478 (besucht am 30.08.2020).

- [80] Felix Schmidt. “Die Corona-Digitalisierung”. de. In: *Audimax* (28. Apr. 2020). URL: <https://www.audimax.de/ingenieur/digitalisierung-industrie-40/die-corona-digitalisierung/> (besucht am 25.08.2020).
- [81] Sigrid Schubert und Andreas Schwill. “Didaktik der Informatik”. In: *Didaktik der Informatik*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, 2011, S. 1–30. ISBN: 978-3-8274-2653-6. DOI: 10.1007/978-3-8274-2653-6_1. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-8274-2653-6_1.
- [82] Carsten Schulte und Maria Knobelsdorf. “„Jungen können das eben besser“ – Wie Computernutzungserfahrungen Vorstellungen über Informatik prägen”. In: *Geschlechterforschung in Mathematik und Informatik: Eine (inter)disziplinäre Herausforderung*. Hrsg. von Mechthild Koreuber. 1. Aufl. Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, 2010, S. 87–110. ISBN: 978-3-8452-2192-2. DOI: 10.5771/9783845221922-87. URL: <https://doi.org/10.5771/9783845221922-87> (besucht am 29.08.2020).
- [83] Martina Schuster u. a. *Neue Wege in Technik und Naturwissenschaften– Zum Berufswahlverhalten von Mädchen und jungen Frauen*. 2004. DOI: 10.15480/882.79. URL: <http://tubdok.tub.tuhh.de/handle/11420/81>.
- [84] Andreas Schwill. “Fundamentale Ideen in Mathematik und Informatik”. In: *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik 1* (1993), S. 20–31.
- [85] Christian Spannagel. *Über das Verschwinden der Informatik in Baden-Württemberg » bildungslücke » SciLogs - Wissenschaftsblogs*. de-DE. SciLogs. 4. Juni 2015. URL: <https://scilogs.spektrum.de/bildungsluecke/ueber-verschwinden-informatik-baden-wuerttemberg/> (besucht am 25.08.2020).
- [86] Jacqueline Staub, Michelle Barnett und Nicole Trachsler. “Programmierunterricht von Kindergarten bis zur Matura in einem Spiralcurriculum”. In: *Informatik Spektrum* 42.2 (2019), S. 102–111.
- [87] Bertelsmann Stiftung. *Mathwashing*. de-DE. <https://algorithmenethik.de/mathwashing/>. 2020. URL: <https://algorithmenethik.de/mathwashing/> (besucht am 30.08.2020).
- [88] Sophie Stigler. “Datenethik: Algorithmen können keine sozialen Probleme lösen”. In: *Deutschlandfunk* (13. Aug. 2020). Sandra Wachter im Gespräch mit Sophie Stigler. URL: <https://www.deutschlandfunk.de/datenethik-algorithmen->

- koennen-keine-sozialen-probleme.676.de.html?dram:article_id=482328 (besucht am 30.08.2020).
- [89] Sophie Stigler. “Mathematiker zu US-Polizeivorhersagen „Was rauskommt, wird immer zutiefst rassistisch sein“”. In: *Deutschlandfunk* (23. Juni 2020). URL: https://www.deutschlandfunk.de/grossbritannien-keine-notenvergabe-per-ki.680.de.html?dram:article_id=482579 (besucht am 30.08.2020).
- [90] Burkhard Strümpel und Joachim Scholz-Ligma. “Technikskepsis als Weltbild und Lebensstil”. In: *Mensch — Gesellschaft Technik: Orientierungspunkte in der Technikakzeptanzdebatte*. Hrsg. von Ernst Kistler und Dieter Jaufmann. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 1990, S. 215–226. ISBN: 978-3-322-95524-1. DOI: 10.1007/978-3-322-95524-1_14. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-322-95524-1_14.
- [91] *Suchmaschinenranking*. de. Page Version ID: 194431438. Wikipedia. Nov. 2019. URL: <https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Suchmaschinenranking&oldid=194431438> (besucht am 30.08.2020).
- [92] Frank Tosch. “Nachdenken über (zeitgemäße) Allgemeinbildung: Historische Zugänge – Aktuelle Perspektiven”. In: *Allgemeinbildung und Curriculumentwicklung*. Hrsg. von Berndt Meier und Gerhardt Banse. Frankfurt am Main: LANG, 2015, S. 15–33. DOI: 10.3726/978-3-653-05878-9.
- [93] Alis Wagner und Kerstin Oldemeier. “QUEERES LEBEN IN BAYERN 2020”. In: (Mai 2020). DOI: 10.13140/RG.2.2.28879.30883.
- [94] Jessica Wawrzyniak. *Der DigitalPakt Schule*. Digitalcourage e.V. 20. März 2020. URL: <https://digitalcourage.de/blog/2020/der-digitalpakt-schule> (besucht am 25.08.2020).
- [95] Peter Welchering. *Debatte um Corona-App: Da lief was schief*. de. zdf.de. 20. Juni 2020. URL: <https://www.zdf.de/uri/0128ff06-0fca-4189-a7ec-30ee86e6724c> (besucht am 30.08.2020).
- [96] Wendt, Heike [Hrsg.] u. a. *ICILS 2013. Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in der 8. Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich*. Münster [u.a.]: pedocs, 2014. 336 S. ISBN: 978-3-8309-3131-7. URL: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0111-pedocs-114597> (besucht am 30.06.2020).

-
- [97] Helmut Witten. “Allgemeinbildender Informatikunterricht? Ein neuer Blick auf H. W. Heymanns Aufgaben allgemeinbildender Schulen”. In: *Informatische Fachkonzepte im Unterricht, INFOS 2003, 10. GI-Fachtagung Informatik und Schule*. Hrsg. von Peter Hubwieser. Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V., 2003, S. 53–69.
- [98] Katharina Zweig. *Ein Algorithmus hat kein Taktgefühl*. Heyne, 14. Okt. 2019.