

Critical Computational Thinking: Konzeptentwurf zur Vermittlung von Informatikwissen für die Digitalisierungs-gestaltung

Esther Ruiz Ben¹

Abstract: Digitalisierungsprozesse beeinflussen die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Disziplinen und Arbeitsfeldern. Informatikbezogene Kenntnisse und Fertigkeiten werden einerseits zunehmend in unterschiedlichen Tätigkeitsfeldern verlangt, andererseits wird von Informatikspezialist*innen erwartet, dass sie in der Lage sind, ihre Informatikkenntnisse flexibel auf die unterschiedlichsten Anwendungsgebiete zu übertragen. Gleichzeitig wird durch Digitalisierungsprozesse die Trennung zwischen Privatem und Beruflichem immer undeutlicher, so dass digitale Kompetenzen in allen Lebensbereichen immer wichtiger werden. Doch die interdisziplinäre Zusammenarbeit, die in der beruflichen und forschungsbezogenen Praxis verlangt wird, ist in der Wissensvermittlung, sowohl in der universitären als auch in der schulischen Lehre, noch nicht etabliert. Die Vermittlung digitaler Kompetenzen wird ebenfalls selten in die Lehre integriert. Informatik wird oft als Programmierung zusammengefasst und digitale Kompetenzen als Nutzungskompetenz in Bezug auf das Internet beschränkt. Um einen interdisziplinären Dialog zwischen bisher getrennten Disziplinen bzw. Fächern zu entfalten und damit die Vermittlung von Informatikwissen mit digitalen Kompetenzen zu vereinbaren, die jenseits der Nutzung auch die Gestaltung von digitalen Technologien reflektieren, schlage ich die Umsetzung eines „Critical Computational Thinking“ vor. „Critical Computational Thinking“ (CCT) kombiniert Computational Thinking-Prinzipien mit ethischen Komponenten sowohl der Gestaltung, Anwendung als auch der Nutzung von Digitalisierungsprozessen und –produkten, die im Konzept der digitalen Kompetenzen berücksichtigt werden. Im vorliegenden Beitrag skizziere ich dieses Konzept, das aktuell in einem BMBF Projekt angewendet wird, und diskutiere, welche konkreten Aspekte beider Ansätze im Zusammenhang mit Digitalisierungsprozessen für die Informatiklehre relevant sind.

Keywords: Digitalisierung, Computational Thinking, Ethik, Digitale Kompetenzen, Informatikdidaktik.

1 Einführung

Digitalisierungsprozesse stellen alle Lebensbereiche vor große Herausforderungen. In der Arbeitswelt müssen heutzutage Berufe, die früher getrennt operiert haben, nicht nur miteinander arbeiten, sondern darüber hinaus auch vermehrt mit Informatikspezialist*innen, um den Anforderungen der Digitalisierung gerecht zu werden. Computerbezogene Kenntnisse und Fertigkeiten werden immer mehr von Arbeitnehmer*innen verlangt, während von Informatiker*innen erwartet wird, dass sie ihre Informatikkenntnisse flexibel in die unterschiedlichsten Anwendungsgebiete übertragen können. Auch in der

¹ Email: esther.ruiz-ben@campus.tu-berlin.de

akademischen Forschung werden interdisziplinäre Projekte zunehmend gefördert. Doch in der Wissensvermittlung der Informatik, sowohl in der universitären als auch in der schulischen Lehre, wird Interdisziplinarität noch wenig praktiziert. Die Diskrepanz zwischen den beruflichen Anforderungen und der Vermittlung von Informatikwissen ist vor allem in schulischen Bereichen bemerkbar. Parallel dazu werden die zunehmenden Anforderungen an digitale Kompetenzen im Alltag (z. B. im Zusammenhang mit *hate speech*) in schulischen Kontexten wenig beachtet oder in restriktiver Form in einzelnen Fachbereichen und nicht fachübergreifend thematisiert. Grundsätzlich wird die Wissensvermittlung der Informatik mit dem Erlernen von Programmierung und Problemlösungsstrategien gleichgesetzt. Die Reflexion darüber, wie solche gesellschaftlichen „Probleme“ überhaupt definiert werden bzw. über den Sinn und die Rolle der Informatik in Digitalisierungsprozessen, bleibt weitestgehend aus. Fragen über die Rolle der Informatik bzw. von Informatiker*innen in Zusammenarbeit mit anderen Fachbereichen bei der Gestaltung von Digitalisierungsprozessen oder bei der Reflexion der Implikationen von Digitalisierung werden nicht thematisiert. Um einen interdisziplinären Dialog zwischen bisher getrennten Disziplinen bzw. Fächern zu entfalten und damit die Vermittlung von Informatikwissen für die gemeinsame Gestaltung von Digitalisierungsprozessen zu etablieren, schlage ich die Umsetzung eines „Critical Computational Thinking“ sowohl in der schulischen Wissensvermittlung als auch an der Hochschule vor.

„Critical Computational Thinking“ (CCT) konzeptualisiere ich als eine interdisziplinäre Kombination aus gemeinsamen wissenschaftlichen Ansätzen und Prinzipien, die im Computational Thinking betont werden, und ethischen Komponenten² [Mi03] der Gestaltung, Anwendung und Nutzung von Digitalisierungsprozessen und –produkten, die im Konzept der digitalen Kompetenzen berücksichtigt werden und zum Teil in der Informatik und in der Forschung über die Professionalisierung der Informatik bereits diskutiert werden. Das bedeutet, dass, ergänzend zu den Kritiken am Konzept des Computational Thinking [TD16], eine ethische Kontextualisierung und Auseinandersetzung in der Gestaltung von digitalen Produkten und Dienstleistungen in die Vermittlung von Informatikmethoden integriert wird. Dazu gehören Ansätze, die auf eine offene bzw. inklusive Teilhabe an der Gestaltung von digitalen Produkten und Dienstleistungen – nicht nur an ihren Konsequenzen - abzielen und die bereits existierende Strategien (z. B. GI Manifesto, KMK-Strategie, Bildungsstandards, etc.) ergänzen. Informatikwissen wird damit nicht auf Methodenentwicklung bzw. –umsetzung und „Problemlösung“ reduziert, sondern um Aspekte einer Professionalisierung der Informatikpraxis erweitert. Diese benötigen zunächst eine kontextualisierte Problemdiagnose in Digitalisierungsprozessen, bevor die Problemlösung gesucht wird. Das bedeutet, dass die Vermittlung von Informatikwissen Komponenten der Professionalität (Diagnose, Inferenz, Behandlung [Ab88]) integrieren sollte. Dies müsste bereits in der schulischen Lehre und darauf aufbauend in den unterschiedlichen Feldern der beruflichen Informatikbildung geschehen.

² Critical thinking ist ein Bildungsziel [De10], das aus sehr unterschiedlichen philosophischen Traditionen definiert wurde. Einige Dimensionen aus diesem theoretischen Bildungsziel wie zum Beispiel „inferring“, „judging“ oder „deciding“ sind ähnlich zu den Professionalitätsaspekten des hier skizzierten Konzeptes des Critical Computational Thinking. So definiert beispielsweise auch Facione {Fa90:25} „internal dispositions“ as „those that contribute causally to doing a good job of thinking critically once one has started“.

Kontextualisierende Fragen, wie zum Beispiel: „Was ist wünschenswert? Für wen ist das wünschenswert?“ [Gr18] Welche und wessen „Probleme“ in Digitalisierungsprozessen werden als relevant betrachtet und warum? Welche Informatikmethoden bzw. digitalen Tools werden als passend für die Problemlösung erachtet und welche möglichen, zusätzlichen „Probleme“ treten bei der Anwendung dieser Methoden auf? Diese Fragen gehören zum Konzept des Critical Computational Thinking. Sie können nur interdisziplinär beantwortet werden und erfordern nicht nur eine enge Verzahnung der Informatik mit anderen Fachbereichen, sondern auch eine Erweiterung der Definition davon, was Informatik ist, über das reine Programmieren hinaus. Neu an diesem Konzept für die Informatikdidaktik ist vor allem diese Betonung der Interdisziplinarität und der ethischen Kontextualisierung von informatischer Arbeit in konkreten Digitalisierungsprojekten. Das Setting für die Umsetzung von Critical Computational Thinking ist nicht auf schulische Kontexte begrenzt. Das Konzept kann auch in weiteren Settings der Vermittlung von Informatikwissen im Rahmen von Digitalisierungsprozessen umgesetzt/angewendet/auf...übertragen werden?

In diesem Paper skizziere ich das Konzept des „Critical Computational Thinking“, welches es ermöglicht, informatische Wissensvermittlung ethisch zu kontextualisieren. Meine Argumentation habe ich in zwei Teile gegliedert. Im ersten Teil fokussiere ich mich auf das Konzept des Computational Thinking und die Kritiken daran sowie auf die Vermittlung von digitalen Kompetenzen, um eine kritische Rekonzeptualisierung in diesen Diskursen zu positionieren und zu ergänzen. Im zweiten Teil erläutere ich die konkreten Aspekte von „Critical Computational Thinking“, die für die Vermittlung von Informatikwissen für die interdisziplinäre Gestaltung von Digitalisierungsprozessen relevant sind.

2 Computational Thinking und digitale Kompetenzen

Das Konzept einer Informatikdidaktik für die Schulen wurde bereits vor vierzig Jahren von Papert [Pa80] thematisiert. Jeannette Wing hat 2006 einige Aspekte dieses Konzepts übernommen und mit anderen didaktischen Prinzipien als Computational Thinking zusammengefasst und popularisiert. In den letzten zehn Jahren wurde Computational Thinking in die schulischen Curricula mehrerer Länder integriert. In der Fach-Literatur (i. e. [TD16]) wird jedoch kritisiert, dass soziale Aspekte bei der curricularen Umsetzung der Prinzipien wenig thematisiert werden. Der Fokus von Computational Thinking wird hauptsächlich auf das Erlernen von technisch zentrierten Informatikkenntnissen gelegt.

Wing schlägt vor, dass durch Computational Thinking Kompetenzen vermittelt werden sollen, die allen Menschen offenstehen. Fünf Kernthemen und –kompetenzen werden im Konzept des Computational Thinking konkretisiert: Probleme formulieren bzw. -dekomponieren, Algorithmen bilden, Muster erkennen und abstrahieren, Problemlösungen evaluieren [Wi06]. Diese grundsätzlichen Kompetenzen, die mathematische und ingenieurwissenschaftliche Prinzipien berühren, erachtet Wing als genauso wichtig wie

Schreiben, Lesen oder Arithmetik. Weitere Themen wie analytisches Denken für Problemlösungen, Systemdesign und das Verständnis menschlichen Verhaltens wurden später bei Wing (2008) in das Konzept des Computational Thinking integriert.

Wings Konzept wurde von Bildungsverbänden in den USA (z. B. Computer Science Teachers Association (CSTA)) übernommen bzw. adaptiert. Darüber hinaus wurde das Konzept von internationalen Bildungsverbänden, aber auch von großen IT Firmen weiterentwickelt. Daraus resultierten verschiedene Definitionen von Computational Thinking, die ursprünglich Wings Konzept nutzten. So zum Beispiel entwickelte The International Society for Technology in Education (ISTE) zusammen mit der CSTA eine Redefinition von Computational Thinking. In dieser Redefinition wird Computational Thinking als Prozess des Problemlösens konzeptualisiert und in sechs Grundkompetenzen zusammengefasst:

- Problemformulierung für eine unterstützende Nutzung von Computern für Lehrkräfte
- Logische Organisation und Analyse von Daten
- Daten in Modellen und Simulationen darstellen
- Automatisierung von Lösungen mit algorithmischen Prinzipien
- Identifikation, Analyse und Implementation der effizientesten und effektivsten Problemlösung mit einer Kombination von Schritten und Ressourcen
- Generalisierung und Transfer von Problemlösungsprozessen in andere Disziplinen

Die interdisziplinäre Dimension des Methodentransfers ist, ähnlich wie bei der Adaptierung des Konzepts, bei großen IT Firmen vorgesehen. So zum Beispiel fokussiert sich Google [Go11] auf vier Prinzipien: Zerlegung, Mustererkennung, Abstraktion und Algorithmen bilden. Es erklärt mit Beispielen, wie diese in verschiedene Fachbereiche übertragen werden können³. Gleichzeitig wird dennoch in diesen Redefinitionen und Adaptierungen Computational Thinking als eine Methode des Problemlösens mit informatischen Techniken konzeptualisiert. Speziell diese Charakterisierung von Computational Thinking als Problemlösungsmethode wurde in mehreren Ländern als Hintergrundgedanke für die Integration des Konzeptes in die schulischen Curricula genutzt. Legitimiert wurde die Einführung von Computational Thinking in Curricula mit der Idee, dass die Digitalisierung der Gesellschaft das Erlernen von informatischen Methoden erfordere [BHC11]. Darüber hinaus haben andere Autor*innen betont, dass die Integration von Computational Thinking in schulischen Curricula auch dazu beitragen könne, dass andere nicht-informatische Fächer besser von Informatiker*innen verstanden werden können,

³ <https://computationalthinkingcourse.withgoogle.com/unit> (Zugriff 13.04.2019)

sodass auch die Vermittlung von informatischen Methoden in Kombination mit Inhalten von anderen Fachbereichen erleichtert würde [Ar14]. Einige Probleme der Informatiklehre in Schulen, wie zum Beispiel die Wahrnehmung von Informatik als reine Informationstechnologie, könnten so überwunden werden. Einige Autor*innen haben dennoch die Umsetzung des Konzepts in den schulischen Curricula kritisiert [HMN17]. Insbesondere verbreite das Konzept unklare bzw. vieldeutige Definitionen und dogmatische Sichtweisen von Informatik, die andere Perspektiven exkludierten.

Mannila et al. bezeichnen das Konzept als unpräzise [Ma14]. Gudzial kritisiert die Idee „allgemeingültiger“ Vorteile von Computational Thinking als übertrieben und weist darauf hin, dass es trotz der Popularität von Computational Thinking, noch keinen Konsens über die konkreten Inhalte gibt, die in den Schulen in den USA integriert werden sollen [Gu15]. Tedre und Denning verweisen in ihrer Kritik auf die unterschiedlichen Phasen der historischen Entwicklung der Informatik als Disziplin und als Profession in den USA [TD16]. Diese Autor*innen erkennen Wings Konzept als eine Wiederentdeckung von Paperts Ideen aus den achtziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts über die Informatikausbildung in Schulen an.

Tedre und Denning identifizieren sechs konkrete Risiken, die mit der Umsetzung des Computational Thinking Konzepts in den Schulen verbunden sind: Mangel an Ehrgeiz, Dogmatismus, Betonung von Wissen statt Praxis, übertriebene Forderungen, beschränkte Sichtweisen über die Informatik und übertriebene Betonung von Formulierungen [TD16: 125 ff.]. Der visionäre Ehrgeiz während des letzten Jahrhunderts, die Informatikausbildung in Schulen einzuführen, wurde nach den Analysen dieser Autor*innen von Computational Thinking - Ideen ersetzt. Diese fokussieren sich lediglich auf Programmierungsmethoden, obwohl Digitalisierungsprozesse heutzutage erweiterte Sichtweisen jenseits von Methoden und Technologien erfordern.

Mit der Popularisierung von Computational Thinking gehe auch die Gefahr einher, dass eine dogmatische Sicht über die Informatik verankert würde, sodass alternative Sichtweisen exkludiert bzw. unberücksichtigt und unsichtbar blieben. Darüber hinaus sei bei der Definition von Computational Thinking der CSTA unklar, wie das anvisierte Wissen in Skills für die professionelle Praxis der Informatik übertragen werden könne. Welche konkreten Praktiken sollen also in das schulische Curriculum integriert werden, die zum Erlernen spezifischer Fähigkeiten führen?

In einigen skandinavischen Ländern wurden die Prinzipien des Computational Thinking unter der Rubrik „digitale Kompetenzen“ konkreter und auch ehrgeiziger als in den USA in den schulischen Curricula integriert. In 2017 beispielsweise billigte die Schwedische Regierung die Integration von so genannten „digitalen Kompetenzen“ in das Curriculum der Sekundärstufen, die ab Herbst 2018 unterrichtsverpflichtend wurde [HMN17]. Diese Kompetenzen basieren auf den, von der Europäischen Kommission formulierten, digitalen Kompetenzen⁴. Vier Prinzipien werden grundsätzlich für die Integration von digita-

⁴ <https://ec.europa.eu/jrc/en/digcomp> (Zugriff 3.04.2019)

len Kompetenzen in den Sekundarstufen betont: 1) Verstehen, wie Digitalisierung Individuen und Gesellschaften beeinflusst, 2) Verstehen und Wissen darüber, wie digitale Technologien funktionieren, 3) kritische und verantwortungsvolle Nutzung von digitalen Technologien und Ressourcen, und 4) Fähigkeiten erlernen, um Probleme zu lösen und Ideen in der Praxis zu implementieren [HMN17]⁵. Programmierung wird nicht nur als Codieren, sondern als ein Teilbereich digitaler Kompetenzen konzeptualisiert. Betont wird allerdings, dass Programmierung ein Prozess ist, der in verschiedene Phasen gegliedert ist und immer in einem breiten Kontext von Schöpfung, Kontrolle und Regulierung sowie Simulationen und demokratischen Dimensionen positioniert werden sollte. Basierend auf diesen vier Prinzipien werden digitale Kompetenzen nicht als ein separates Fach in schwedischen Schulen integriert, sondern als Teil verschiedener Schulfächer. Speziell in den sozialwissenschaftlichen Fächern werden konkrete Aspekte der digitalen Kompetenzen, wie bspw. eine verantwortungsvolle Nutzung von digitalen Medien aus einer sozialen, ethischen und legalen Perspektive, die Darstellung von Personen im Internet aus Genderperspektive, die Informationskontrolle durch versteckte Programmierung oder der Einfluss von Digitalisierungsprozessen auf unterschiedliche Aspekte von Gesellschaft integriert. In dem Konzept des Critical Computational Thinking, das ich im Folgenden skizziere, schlage ich vor, noch eine weitere Dimension zu integrieren: die Rolle von Informatikwissen in der Gestaltung von Digitalisierung. Das bedeutet einen Perspektivenwechsel über die Rolle der Informatik in Digitalisierungsprozessen – weg von der Rolle der neutralen Problemlöserin hin zur Reflexion der Beteiligung an der Gestaltung von Digitalisierungsprozessen durch die „Diagnose“ von Problemen sowie durch die Identifizierung von möglichen Problemerkweiterungen bei der Umsetzung von „Therapielösungen“. Denn die Anwendung von Informatikmethoden bzw. –wissen setzt eine gewisse Realitätsselektion und Lösungspriorisierung voraus.

In diesem Zusammenhang schlage ich vor, Ethik- und Professionalitätsfragen der Informatik⁶ bezogen auf Digitalisierungsprozesse (s. oben) in die Lehre zu integrieren, die in interdisziplinären Projekten nicht nur in Schulen sondern auch in weiteren Settings der Informatikdidaktik (z. B. in Universitäten und Fachhochschulen) umgesetzt werden können. In diesen Projekten können jenseits der Anwendung informatischer Methoden wie im Konzept des Computational Thinking vorgeschlagen wird, „Digitalisierungsprobleme“ definiert, modelliert, analysiert und evaluiert werden. In den nächsten Seiten wird dieses Konzept skizziert.

3 Critical Computational Thinking

In dem skizzierten Ansatz des Critical Computational Thinking nutze ich das Konzept von digitalen Kompetenzen als Erweiterung von Computational Thinking Prinzipien. Darüber hinaus schlage ich vor, dass eine ethische (kritische) Hinterfragung von Digita-

⁵ https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-71483-7_10 (Zugriff 5.04.2019)

⁶ Speziell über die Fragen des Framing von Informatikbildung s. Schulte und Budde [SB18]

lisierung [Gr18] als integraler Teil der Informatikausbildung berücksichtigt wird. Dabei geht es nicht um die Technik an sich, sondern um digitale Techniken, Artefakte und Systeme in konkreten Kontexten. Folgende Prinzipien aus dem Computational Thinking Konzept bilden zunächst die Basis der Vermittlung von Informatikmethoden:

Computational Thinking Prinzipien
Muster erkennen (Beobachten und Ähnlichkeiten identifizieren)
Dekomponieren (In Teile Aufbrechen)
Abstrahieren (Auf unnötige Details verzichten)
Logisches Denken (Modellieren)
Algorithmen definieren (Teile aufeinander beziehen, Schritte und Regeln definieren)
Evaluieren (Urteilen). Simulationen

Tab 1: Prinzipien des Computational Thinking zur Vermittlung von Informatikmethoden

Informatikmethoden benötigen eine theoretische Begründung, eine Kontextualisierung sowie konkrete Fragen für ihre praktische Umsetzung. Das Konzept des Critical Computational Thinking umfasst ethische Prinzipien, die bereits in der Informatik diskutiert werden [Mi03], aber auch ethische Reflexionen, die durch die Entwicklung von Digitalisierungsprozessen entstanden sind [Gr18, Gru18]. In Anlehnung an Grunwald [Gru18: 5], der moralische Aspekte von Technik handlungstheoretisch benennt, können sich ethische Aspekte von Digitalisierungsprozessen auf die (mit digitalen Artefakten und Systemen) verfolgten Digitalisierungs**ziele**, auf die (zur Digitalisierung) eingesetzten **Mittel** sowie auf die **Folgen** (inkl. nicht intendierter Folgen) und Unsicherheiten von Digitalisierungsprozessen beziehen.

Digitalisierungsprozesse in unterschiedlichen Lebensbereichen (z. B. Arbeit, Gesundheit, Mobilität, etc.) bilden die Kontextualisierungsbeispiele für die Vermittlung von Informatikmethoden bzw. von den Prinzipien des Computational Thinking. Diese Digitalisierungsprozesse sind anhand Computational Thinking Prinzipien und mit konkreten, digitalen Kompetenzen gesellschaftlich, sozial und individuell gestaltbar. Das heißt, dass bereits in der Schule, Personen für Digitalisierungsgestaltung und für die Nutzung von digitalen Artefakten und Systemen befähigt werden könnten, sodass unreflektierte Faszination von Digitalisierung und Bequemlichkeiten bzw. Unmündigkeit in der Nutzung und in der Gestaltung von digitalen Artefakten und Systemen vermieden werden [Gru18].

Ethische Reflexionen über die Ziele, die eingesetzten Mittel sowie über die Folgen der Gestaltung und Nutzung von digitalen Techniken, Artefakten und Systemen in konkreten sozialen Kontexten (z. B. Arbeit, Gesundheit, Mobilität, etc.) sind im Konzept des Critical Computational Thinking Teil der digitalen Kompetenzen, die die Vermittlung von Informatikmethoden ergänzen. Damit wird erzielt, dass die Diskussion über informatische Kompetenzen und informatische Grundbildung in Schulen und weiteren Bereichen der Vermittlung von Informatikwissen im Zusammenhang mit Digitalisierungsprozessen, mit den unterschiedlich beteiligten Akteur*innen vorangebracht und kontextualisiert

wird (z. B. in Schulen: mit Lehrkräften aus verschiedenen Fachbereichen, Schuldirektor*innen, Eltern, Ministerien). Die existierenden Grundlagen, die von der Gesellschaft für Informatik (GI) sowie von der Kultusministerkonferenz (KMK) formuliert wurden [Ei18] definieren die „digitale vernetzte Welt“ als etwas von außen Vorgegebenes, das lediglich zu nutzen ist und bloß in seinen Funktionen und Wirkungen zu verstehen sei. Damit wird vor allem die Rolle von Nutzer*innen in den Vordergrund gestellt. Digitale Medien sind dennoch nicht nur Hilfsmittel (zum Beispiel im Unterricht), sie bestimmen maßgeblich menschliche Wahrnehmungen und soziales Handeln mit [He16: 7]. Digitalisierungsprozesse sind grundsätzlich gestaltbare Prozesse, für die alle Teilnehmer*innen verantwortlich sind, auch wenn ihre Wirkungen nur teilweise vorhersehbar sind. Diese Gestaltung von Digitalisierungsprozessen geschieht nicht nur durch die Nutzung von existierenden digitalen Geräten, sondern auch durch die Planung, Produktion von materiellen digitalen Artefakten, durch die Modellierung von sozialen und gesellschaftlichen Beziehungen oder durch die infrastrukturellen Vernetzungen. Das Konzept des Critical Computational Thinking integriert deshalb digitale Kompetenzen nicht als Fähigkeiten, die Personen bzw. Schüler*innen die bloße Nutzung von digitalen Geräten ermöglichen sollen oder als Berücksichtigung von „*Wechselwirkungen der digitalen vernetzten Welt mit Individuen und der Gesellschaft*“ (s. *GI Manifesto S. 3*). Critical Computational Thinking berücksichtigt ethische Fragen, die interdisziplinär aus unterschiedlichen Perspektiven in kontextualisierten Digitalisierungsprozessen zunächst geklärt werden sollen und mit Hilfe von Informatikmethoden konkret beantwortet werden können. Speziell für eine Informatikausbildung im Kontext von Digitalisierungsprozessen sind diese Fragen unverzichtbar, denn insbesondere professionelle Informatiker*innen sind sowohl Nutzer*innen als auch Gestalter*innen von diesen Artefakten mit ihren benötigten Infrastrukturen und Vernetzungen.

Digitalisierungsprozesse werden aber nicht nur durch die Informatik gestaltet. Alle gesellschaftlichen Bereiche werden in Deutschland von Digitalisierungsprozessen betroffen sein. Deswegen ist es wichtig, dass die oben genannten, ethischen Aspekte von Digitalisierungsprozessen (Ziele, Mittel, Folgen) mit ihren unterschiedlichen sozialen, kulturellen, ökologischen und ökonomischen Implikationen in verschiedenen Lebensbereichen interdisziplinär bereits in den Schulen thematisiert und in gemeinsamen Projekten mit Computational Thinking Prinzipien erfahrbar gemacht werden. Um gemeinsame Projekte in der Vermittlung von Informatikwissen zu gestalten empfiehlt es sich, Informatikmethoden und digitale Artefakte nicht in den Vordergrund zu stellen, sondern eher von den o. g. Fragen „*Was ist wünschenswert? und „Für wen ist das wünschenswert?“*“ [Gr18] in einem konkreten Kontext auszugehen (Beispiele wären Smart Homes, Smart Cities oder auch digitalisierte Pflege). Ungleiche Teilhabemöglichkeiten an Digitalisierungsprozessen sind mit ethischen Fragen insofern verbunden, als dass nicht alle Personen Gestaltungsfreiheit über den Einfluss der Digitalisierung in ihrem Leben haben. So zum Beispiel tragen Geschlechterkategorisierungen (in Interdependenz mit anderen sozialen Kategorisierungen wie z. B. Bildungsgrad oder die Einkommenshöhe) zur ungleichen Teilhabemöglichkeit an Digitalisierungsprozessen bei. Die Sichtbarmachung von ungleichen Teilhabemöglichkeiten, bezogen auf soziale Kategorisierungen wie z. B. Geschlecht bei den verschiedenen Phasen der Entwicklung digitaler Artefakte durch das

strategische Infrage stellen von Digitalisierungszielen, **-mitteln** sowie **-folgen** (inkl. nicht intendierten Folgen) ist ein Beispiel für die kritische Reflexion, die im Konzept des Critical Computational Thinking integriert ist.

Konkret für die Vermittlung von Informatikwissen in Schulen sowie in anderen Settings der Informatikdidaktik im Kontext von Digitalisierungsprozessen, sind folgende Aspekte des skizzierten Critical Computational Thinking Konzeptes relevant:

Ethische Prinzipien
Breites Verständnis von Digitalisierung, (Informatik) und digitalen Kompetenzen im Sinne des Gemeinwohls („ <i>Was ist wünschenswert? Für wen ist das wünschenswert?</i> “ [Gr18])
Computational Thinking Prinzipien
Muster erkennen (Beobachten und Ähnlichkeiten identifizieren)
Dekomponieren (In Teilen Aufbrechen)
Abstrahieren (Auf unnötige Details verzichten)
Logisches Denken (Modellieren)
Algorithmen definieren (Teile aufeinander beziehen, Schritte und Regeln definieren)
Evaluieren (Urteilen). Simulationen
Digitale Kompetenzen
Umsetzung einer interdisziplinären kritischen Ethik-Reflexion der Gestaltung, Nutzung und Auswirkungen digitaler Artefakte.
(Diagnose, Inferenz, Behandlung). Welche „Probleme“ sind in Digitalisierungsprozessen relevant und warum? (Diagnose)
Welche Informatikmethoden bzw. digitalen Tools können umgesetzt werden, um diese Probleme zu lösen? (Inferenz, Behandlung)
Welche möglichen zusätzlichen „Probleme“ treten bei der Anwendung dieser Methoden auf?

Tab. 2: Skizzierte Aspekte von Critical Computational Thinking für die Informatikdidaktik im Kontext von Digitalisierungsprozessen

Critical Computational Thinking könnte zum Beispiel in interdisziplinären Projekten über Digitalisierung und Nachhaltigkeit umgesetzt werden. Erfahrungen, die bereits Easterbrook [Ea14] aus seinem Projekt gemacht hat, könnten zunächst ergänzt und an den konkreten Bildungskontext angepasst werden. Im Rahmen des BMBF Projektes Fix-IT werden Aspekte von Critical Computational Thinking in Workshops (z. B. über Hacken als Beruf) umgesetzt und evaluiert. In diesem Artikel kann jedoch noch nicht über die Umsetzung dieses Konzeptes berichtet werden.

4 Konklusion

In diesem Beitrag habe ich ein neues Konzept zur kritischen, ethisch-reflexiven Vermittlung von Informatikkenntnissen für die Gestaltung von Digitalisierungsprozessen skizziert, das anlehnend an Aspekte der Technikethik [Gr18, Gru 13], Prinzipien von Computational Thinking und digitale Kompetenzen im interdisziplinären Dialog mit verschiedenen Schulfächern kombiniert. In diesem Konzept des Critical Computational Thinking werden ethische Aspekte der Gestaltung und Nutzung von digitalen Artefakten betont und die Vermittlung von Informatikwissen als interdisziplinäres Projekt im Kontext von Digitalisierungsprozessen verstanden.

Die kritische reflexive Verbindung von ethischen Fragen mit der Umsetzung von Prinzipien des Computational Thinking und digitalen Kompetenzen können die Grundlage sein für die Entwicklung eines neuen Selbstverständnisses als informatische Lehrkraft und Angehörige*r einer Fachkultur sowie einer Öffnung eben dieser Fachkultur für Perspektiven, die bisher nicht oder nur marginalisiert in das Feld „der Informatik“ eingebunden waren. Durch die interdisziplinäre und kontextualisierte Vermittlung von Informatikwissen in Digitalisierungsprozessen, kann die Informatik sich selbst als Fachbereich neu definieren. So können die Informatiklernenden und werdende IT Expert*innen, unabhängig von ihrer sozialen und ökonomischen Verortung, auf die Herausforderungen von Digitalisierungsprozessen vorbereitet werden, um die Potentiale digitalisierter Arbeits- und Lebenswelten aktiv mitgestalten zu können.

Literaturverzeichnis

- [Ab88] Abbott, A. 1988, *The system of professions : an essay on the division of expert labor*. Chicago: University of Chicago Press.
- [Ar14] Arraki, K. 2014, DISSECT: An experiment in infusing computational thinking in K-12 science curricula. *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings*.
- [Auf97] Aufenanger, S., 1997, *Medienpädagogik und Medienkompetenz. Eine Bestandsaufnahme*. In: Enquete-Kommission „Zukunft der Medien in Wirtschaft und Gesellschaft. Deutschlands Weg in die Informationsgesellschaft“. Deutscher Bundestag (Hrsg.) *Medienkompetenz im Informationszeitalter*, Bonn, S. 15-22.
- [BHC11] Barr, D., J. Harrison, and L. Conery, 2011. Computational thinking: A digital age skill for everyone. *Learning & Leading with Technology*. 38, no. 6: 20-23.
- [De10] Dewey, J. 2010, *How we think*. Boston: D.C. Heath.
- [Ea14] Easterbrook, S. 2014, *From Computational Thinking to Systems Thinking*. *Proceedings of the 2nd International Conference on Information and Communication Technologies for Sustainability (ICT 4S2014)*.
- [Ei18] Eickelmann, B. 2018, *Digitalisierung in der schulischen Bildung. Entwicklungen, Befunde und Perspektiven für die Schulentwicklung und die Bildungsforschung*. In: McElvany, N. et al. (Hrsg.) *Digitalisierung in der schulischen Bildung: Chancen und*

- Herausforderungen. Waxmann.
- [Fa] Facione, P. A. 1990, Critical Thinking: A Statement of Expert Consensus for Purposes of Educational Assessment and Instruction. ERIC Document ED315423
- [GI08] Gesellschaft für Informatik (Arbeitskreis »Bildungsstandards«) (2008) Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule. Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I. https://www.informatikstandards.de/docs/bildungsstandards_2008.pdf
- [Go11] Computational Thinking Course with Google <https://computationalthinkingcourse.withgoogle.com/unit> (Zugriff 13.04.2019)
- [Gr18] Grimm, P. 2018, Grundlagen für eine digitale Wertekultur. In: Wolfgang Stadler (Hrsg.): Mehr als Algorithmen. Digitalisierung in Gesellschaft und Sozialer Arbeit. Sonderband TUP - Theorie und Praxis https://www.awo.org/sites/default/files/2018-09/TUP-Sonderband_2018_Grimm.pdf
- [Gru18] Grunwald, A. 2018, Der unterlegene Mensch: Die Zukunft der Menschheit im Angesicht von Algorithmen, künstlicher Intelligenz und Robotern. Riva.
- [Gru13] Grunwald, A. 2013, Handbuch Technikethik. Berlin: Springer.
- [Gu15] Guzdial, M. 2015, Software realized scaffolding to facilitate programming for science learning. *Interactive Learning Environments*, 4(1), 001–044.
- [He16] Hessen, J. 2016, Handbuch Medien- und Informationsethik. Berlin: Springer.
- [KB13] Kafai, Y. B., Burke, Q. 2013, The social turn in K-12 programming: moving from computational thinking to computational participation. Proceeding of the 44th ACM technical symposium on Computer science education, March 06-09, 2013, Denver, Colorado, USA [doi>10.1145/2445196.2445373]
- [HMN17] Heintz, F., Mannila, L., Nordén, L.-A., Parnes, P., Regnell, B. 2017, Introducing Programming and Digital Competences in Swedish K-9 Education. In: *International Conference of Informatics in Schools: Situation, Evolution and Perspectives. ISSEP 2017: Informatics in Schools: Focus on Learning Programming. Pp.: 117-128.*
- [Ma14] Mannila, L. 2014, Computational Thinking in K-9 Education. In: *ITiCSE-WGR'14*, June 23-25, 2014, Uppsala, Sweden
- [Mi03] Mieth, D. 2003, Ethik der Informatik. In: INFORMATIK 2003 - Innovative Informatikanwendungen, Band 2, Beiträge der 33. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), 29. September - 2. Oktober 2003 in Frankfurt am Main.
- [Pa80] Papert, S. 1980, *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. Basic Books.
- [Ru05] Ruiz Ben, E. 2005, Professionalisierung der Informatik. Wiesbaden: DUV Verlag.
- [Ru18] Ruiz Ben, E. 2018, Intersectionality in the Practice of Mix-Methods Gender Research. In: *Journal of Research in Gender Studies*. 8(1): 73–88.
- [SB18] Schulte, C., Budde, L. 2018, A Framework for Computing Education: Hybrid Interaction system. 18th Koli Calling Conference on Computing Education Research, No-

vember 22-25, 2018, Koli, Finland.

- [TD16] Tedre, M. and Denning, P. J. 2016, The Long Quest for Computational Thinking. Proceedings of the 16th Koli Calling Conference on Computing Education Research , November 24-27, 2016, Koli, Finland: pp. 120-129.
- [Wi06] Wing, J. M. 2006. Viewpoint - Computational thinking. *Communications of the ACM*. 49, no. 3: 33.