

Computational Thinking und Kontextorientierung

Michael Steiner

Klaus Himpsl-Gutermann

Je nach Perspektive wird in der digitalen Bildung über digitale Medien, über Medienbildung, über informationstechnische Grundbildung, über Informatik, Problemlösefähigkeiten, Schlüsselkompetenzen und technische Allgemeinbildung gesprochen. In diesem Spannungsfeld bewegt sich auch die Verortung und Entwicklung von Computational Thinking (CT) als handlungsorientiertes didaktisches Modell im österreichischen Bildungswesen. In diesem Artikel wird postuliert, dass eine kontextorientierte Reflexion für die Begriffsbestimmung, den Einsatz und die Anwendung von CT als Modell und Methode wichtig ist. Die Reflexion bezieht sich auf einer Metaebene auf den didaktisch verorteten Einsatz von CT, auf einer Mikroebene hat CT selbst in seinem Prozess von Kontextualisierung, Dekontextualisierung und Rekontextualisierung das Potenzial, Medienwelten kritisch zu reflektieren. Dadurch bietet CT auch Korrelationen für komplementäre Lehr-/Lernprozesse von

Medienbildung und Informatischer Bildung, wie sie etwa im Lehrplan zur Verbindlichen Übung „Digitale Grundbildung“ in Österreich vorgesehen sind.

Depending on the perspective, digital education speaks about digital media, media education, basic information technology education, computer science, problem-solving skills, key competencies and general technical education. The location and development of Computational Thinking (CT) as an action-oriented didactic model in the Austrian education system also moves within this area of tension. This article postulates that contextual reflection is important for the definition, use, and application of CT as a model and method. The reflection relates on a meta level to the didactically located use of CT, on a micro level even in its process of contextualization, decontextualization and recontextualization, CT has the potential to reflect critically on media worlds. As a result, CT also offers correlations for complementary teaching/learning processes in media education and IT education, such as those provided for in the curriculum for the binding exercise „Digital Basic Education“ in Austria.

1. CT im Kontext der Digitalen Grundbildung in Österreich

1.1. Der Lehrplan zur Verbindlichen Übung „Digitale Grundbildung“ als struktureller didaktischer Rahmen

Auf Lehrplanebene wurde 2018 in der Sekundarstufe eine Verbindliche Übung „Digitale Grundbildung“ verordnet, die einen Lehrplan aus acht Kapiteln vorsieht und den Schulen im Rahmen ihrer Autonomie verschiedene Entscheidungen in der Umsetzung überlässt: zwischen zwei und vier Wochenstunden verteilt über vier Schulstufen, als eigenes Fach oder fächerintegrativ oder gemischt – die Palette der Wahlmöglichkeiten ist groß (Bundeskanzleramt der Republik Österreich 2018). Im zugrundeliegenden Lehrplan wird *Computational Thinking* (CT) als eigener Kompetenzbereich angeführt, neben den Bereichen *Gesellschaftliche Aspekte von Medienwandel und Digitalisierung; Informations-, Daten- und Medienkompetenz; Betriebssysteme und*

Standard-Anwendungen; Mediengestaltung; Digitale Kommunikation und Social Media; Sicherheit und Technische Problemlösung. Damit folgt Österreich dem internationalen Trend, CT eine curriculare Bedeutung beizumessen, mit dem Spezifikum, dass im Unterschied zu anderen Kompetenzmodellen CT in diesem Lehrplan als eigener Inhaltsbereich ausgewiesen ist, der durch die Aspekte *Mit Algorithmen arbeiten* und *Kreative Nutzung von Programmiersprachen* untergliedert wird. Im Kompetenzmodell *DigComp 2.1* (Carretero/Nuorikari/Punie 2017) der EU sind diese Aspekte der Programmierung im Kompetenzbereich *Digital Content Creation* zu finden, ebenso im Kompetenzmodell *DigComp 2.2 AT* (Narosy/Röthler/Svecnik 2018). Im Kompetenzmodell „Kompetenzen in der digitalen Welt“ (Eickelmann 2017) ist *Algorithmen erkennen und formulieren* unter *Problemlösen und Handeln* ausgewiesen.

Die Frage stellt sich, ob eine inhaltliche Gleichsetzung von CT mit Programmierkenntnissen, wie es im Lehrplan der Verbindlichen Übung „Digitale Grundbildung“ zu finden ist, nicht zu einer Verkürzung des didaktischen Konzepts CT führt. CT ist nicht *a priori* der Inhaltscontainer für Programmierkompetenzen, wie es der derzeit gültige Lehrplan der Verbindlichen Übung suggeriert.

2. Die Wurzeln des Computational Thinking

Jeannette Wing hat 2006 *Computational Thinking* als didaktisches Prinzip postuliert, das nicht nur über das reine Verständnis von algorithmischen Abläufen eines Computerprogramms hinausgeht, sondern das Ziel hat, grundlegende informatische und handlungsorientierte Kompetenzen zu vermitteln, die allen Menschen offenstehen: „It represents a universally applicable attitude and skill set everyone, not just computer scientists, would be eager to learn and use“ (Wing 2006: 1). Informatisches Denken meint laut Wing deutlich mehr als reine Programmierfähigkeiten, es erfordert Denken auf mehreren

Abstraktionsebenen, und sei für Kinder eine notwendige analytische Fähigkeit so wie Lesen, Schreiben und Rechnen. Bundy geht sogar noch einen Schritt weiter und spricht von einer „Revolution des Denkens“:

But the computational thinking revolution goes much deeper than that; it is changing the way we think. Computational concepts provide a new language for describing hypotheses and theories. Computers provide an extension to our cognitive faculties. If you want to understand the 21st century then you must first understand computation. (Bundy 2007: 67)

Der Abstraktionsprozess macht den Kern von CT aus, wobei er sich auch wesentlich vom Abstrahieren und Modellieren in der Mathematik oder in den Naturwissenschaften unterscheidet (Wing 2008: 3717). Fünf bestimmende Elemente werden im Konzept des CT genannt:

Komplexe Probleme in Teilprobleme für das Strukturieren von Lösungswegen und Algorithmen zerlegen (*Decomposition*); Muster erkennen und abstrahiert in Modellen darstellen (*Pattern Recognition & Abstraction*); Algorithmen gestalten (*Algorithm Design*); Testen, Generalisieren und Transformieren von Problemlösungsprozessen (*Generalisation*).

Auch wenn der Begriff mit dem Artikel von Wing zum ersten Mal größere Bedeutung erfuhr, so gehen seine Ursprünge weiter zurück. Als einer der geistigen Väter ist Seymour Papert zu nennen, der in der Tradition von Piaget bereits in den 1960er Jahren versuchte, abstrakte mathematische Denkprozesse mit Hilfe von Technologie und Computer besser „begreifbar“ zu machen. Papert erfand die Programmiersprache *Logo* (für Kinder), arbeitete mit dem *Artificial-Intelligence*-Pionier Marvin Minsky zusammen und war Mitbegründer des *Media Lab* am MIT. Auf den Grundlagen Piagets entwickelte er eine eigene konstruktivistische Theorie, den *Constructionism*. Kernidee

von Papert war, dass am besten sichergestellt würde, etwas wirklich gelernt zu haben, wenn die Lernenden etwas gestalten, was geteilt werden kann: „It proposed that the best way to ensure that knowledge is built in the learner is through the active construction of something shareable – a poem, program, model or idea“ (Stager 2016: 1). Mit der „Logo Turtle“ nahm Papert – auch „Father of educational computing“ genannt – vor fast 50 Jahren vorweg, was nun als *Ozobots*, *BeeBots*, *BlueBots* oder *Cubettos* Eingang in die Klassenzimmer findet. Lernen musste nach Papert aktiv, persönlich und relevant sein, und vieles würden Kinder in einer Lernumwelt mit „reichen“ Materialien wie von selbst lernen. Entsprechend „reiche“ Lernkontexte mit Hilfe von Computern herzustellen, um abstrakte mathematische Zusammenhänge auch für Kinder verständlich und bedeutsam zu machen, war ein Leitmotiv von Papert (1980), und die Bedeutung des Kontextes ist auch von hoher Relevanz für das Verständnis von *Computational Thinking*.

Eine genaue Definition von CT gibt es nach wie vor nicht, wobei im letzten Jahrzehnt die Zahl der Publikationen dazu exponentiell angestiegen ist. Gängig und allgemein anerkannt ist, dass CT eine Art des Denkens und Problemlösens in unserer modernen und technologie-durchsetzten Welt ist (McOwan und Curzon 2017). Sobald es aber darum geht, die konstituierenden Kernelemente dieser Art des Denkens zu beschreiben, wird die Spannbreite relativ groß, von einem engeren Verständnis von CT als Denken in Algorithmen und Entwickeln von Problemlösefähigkeiten mit Hilfe von Computerprogrammen bis hin zu einem sehr weiten Verständnis, demnach CT ein allumfassendes Grundkonzept für den Umgang mit der digital vernetzten Welt darstellt, insbesondere auch mit Blick auf die Allgemeinbildung in der Sekundarstufe an den Schulen (siehe bspw. Computer Science Teachers Association CSTA 2017).

Dass beim engeren Verständnis CT häufig mit Programmieren oder Coding gleichgesetzt wird, ist wenig verwunderlich, denn Programmieren ist durchaus eine naheliegende und wichtige Methode, um CT-Fähigkeiten zu entwickeln, wie beispielsweise *Scratch*-Erfinder Mitch Resnick betont (National Research Council 2010: 13). Allerdings werden durch diesen monoperspektivischen Zugang viele Chancen verschenkt, wie Ioannidou et al. konstatieren:

While computational thinking is mostly referred to as the computer science approach to problem-solving through abstraction, the use of computational thinking in other disciplines can promote creativity (Bennett, Koh & Repenning, 2011) and innovation through abstractly conceptualizing the question or challenge. The more frequently students use computational thinking, the better they will become at finding alternative, unique and inventive solutions to complex problems in various domains.“ (Ioannidou et al. 2011: 5)

Ioannidou et al. wählten in ihren Projekten und Studien einen phänomenologischen Zugang, mit dessen Hilfe sie *Computational Thinking Patterns* entwickelten. In eine ähnliche Kerbe schlagen Voogt et al. (2015: 726), die mit Verweis auf Wittgensteins „Philosophical investigations“ dafür plädieren, sich nicht weiter auf die Suche nach *der einen* Definition für CT zu begeben, weil dies eine Einengung des Konzeptes zur Folge haben könnte, insbesondere mit Limitierungen für die pädagogische Praxis. Viel wichtiger sei der interdisziplinäre Dialog, den Informatiklehrerinnen und -Lehrer mit anderen Domänen wie der Medienbildung suchen müssten, so dass CT-Konzepte bedeutungsvoll für Kinder und Jugendliche werden können.

3. Computational Thinking in der Schule

3.1. CT im eher monoperspektivischen Kontext der informatischen Bildung

Im deutschsprachigen Raum verbreitete sich CT nur langsam. Dies hing unter anderem damit zusammen, dass die deutschsprachige Fachdidaktik der Informatik – stark dominiert von der *Gesellschaft für Informatik (GI)* – zur selben Zeit bereits ein sehr ausdifferenziertes Modell für Bildungsstandards in der Informatik etabliert hatte, das zwar einzelne Aspekte des CT in sich trug, aber auf einen (neuen) Über-Begriff wie *Informatisches Denken* oder *Computergestütztes Denken* verzichtete. Die Bildungsstandards Informatik sind Mindeststandards für ein Schulfach Informatik, das in der Sekundarstufe fünf Jahre lang durchschnittlich mit einer Wochenstunde unterrichtet werden soll (Gesellschaft für Informatik 2008). Die GI sieht Grundlagen und Methodik der Informatik, die ihrem Wesen nach eine interdisziplinäre Wissenschaft sei, als vierte Kulturtechnik des 21. Jahrhunderts, weshalb einzelne Kompetenzbereiche durchaus mit international üblichen Beschreibungen einer *Information Literacy* Übereinstimmungen aufweisen; dennoch sind die Standards insgesamt sehr stark am systematischen Aufbau eines Kernfachs Informatik als Fachdisziplin orientiert, weisen wenig interdisziplinäre Anknüpfungspunkte auf, gehen wenig auf Aspekte der „angrenzenden“ Felder der Medienbildung oder einer *Digital Literacy* ein und noch weniger auf die Verschränkung mit anderen Disziplinen wie der Geologie oder Biologie.

Durch die Mitarbeit von Grundschullehrkräften im von der GI gebildeten Arbeitskreis „Bildungsstandards Primarbereich“ wurde deutlich, dass die Formulierung von Kompetenzanforderungen gerade für die Grundschule eine große Herausforderung darstellt (Humbert et al. 2020: 4). Die Autorinnen und Autoren der Standards betonen ausdrücklich, dass diese keinesfalls so zu verstehen seien, dass die einzel-

nen Teilkompetenzen wie in ihrer Systematik aneinandergereiht im Unterricht abzuarbeiten, sondern „im Unterricht in beziehungsreiche Kontexte zu stellen“ seien (Gesellschaft für Informatik 2008: 12). Anhand der illustrierten Beispiele entsteht allerdings der Eindruck, dass es für Lehrerinnen und Lehrer eines hohen Übersetzungs- und Arbeitsaufwandes bedarf, solche beziehungsreichen Kontexte herzustellen – mit der zu befürchtenden Konsequenz, dass a) die Kompetenzen schrittweise mehr oder weniger theoretisch abgearbeitet oder b) nur auf das Erlernen von Programmierkenntnissen bezogen werden.

Computational Thinking bleibt auf diese Art im Kontext der informatischen Bildung also primär coding-bezogen, technikorientiert, monoperspektivisch, problem- und lösungsorientiert und auf einen systematischen Kompetenzaufbau innerhalb der Informatik bezogen. Kritikerinnen und Kritiker dieses engen Verständnisses meinen, CT fokussiere sich dabei lediglich auf Programmierungsmethoden, obwohl Situationen, Phänomene, Prozesse in einer digital vernetzten Welt heutzutage erweiterte Sichtweisen jenseits von Methoden und Technologien erfordern (Ben 2019: 609).

Wie unterschiedlich stark CT didaktisch auf das Erlernen von Coding und Programmieren fokussiert, zeigt eine Ländervergleichsstudie zur curricularen Implementierung an Schulen (Bocconi et al. 2016: 26):

	Austria	Czech Republic ⁷	Denmark	Finland	France	Greece	Hungary	Italy	Lithuania	Poland	Portugal	Switzerland	Turkey
Fostering logical thinking skills	Green	Blue	Green	Green	Green	Blue	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Fostering problem-solving skills	Green	Blue	Green	Green	Green	Blue	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Fostering other key competences	White	Blue	White	Green	White	Blue	White	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Attracting more students into Computer Science	White	White	White	Green	Green	White	White	White	Green	Green	White	White	Green
Fostering coding and programming skills	White	White	White	Green	Green	White	White	White	Green	Green	Green	Green	Green
Fostering employability in the ICT sector	White	White	White	Green	Green	White	White	White	White	White	White	White	Green

Abbildung 1: Länderübersicht zur Verbreitung von CT in Schulen (Bocconi et al. 2016: 26)

Demnach sind algorithmisches Denken und Problemlösefähigkeiten Bestandteil von CT in allen Curricula, die diesen Begriff erwähnen, während in manchen Ländern CT weiter gefasst interpretiert wird.

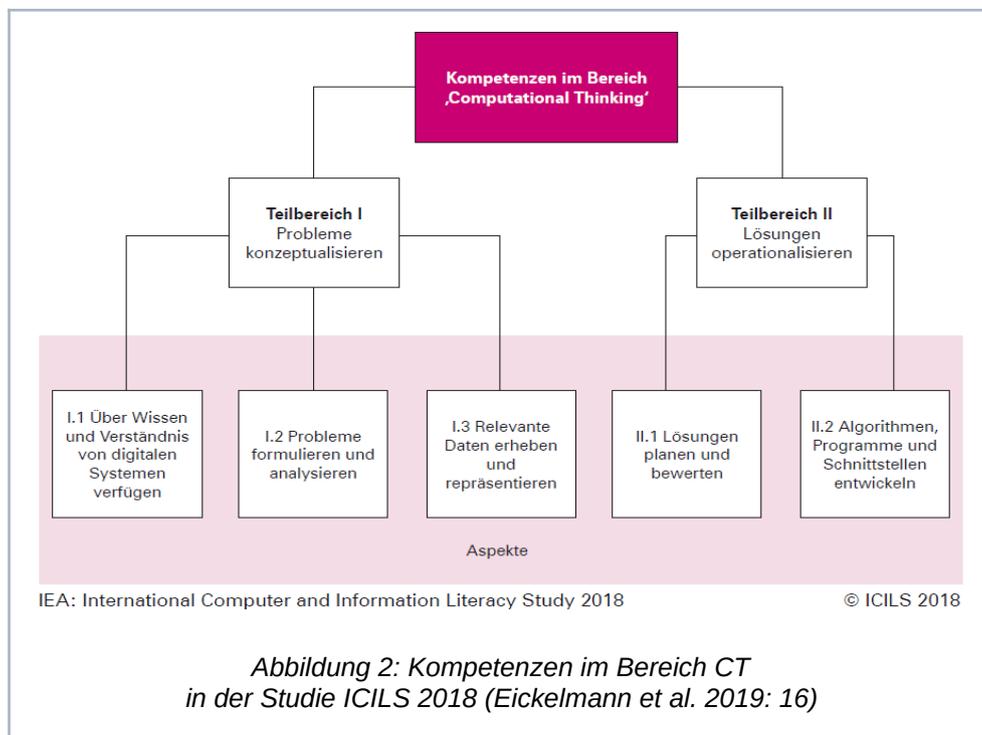
Im Jahr 2018 fand CT auch Eingang in die internationale Vergleichsstudie ICILS, die *International Computer and Information Literacy Study* (Fraillon et al. 2019). Insgesamt acht Länder entschieden sich dafür, das optionale CT-Modul zusätzlich durchzuführen – Österreich nahm im Gegensatz zu Deutschland genauso wie 2013 überhaupt nicht an der Studie teil. Die Ergebnisse hinsichtlich CIL (allgemein, ohne das Zusatzmodul CT) in der achten Schulstufe zeigen in den 14 Teilnahmeländern große Unterschiede. Die jeweiligen nationalen Konzepte und die Bedeutung, die ICT im Bildungsbereich zugeschrieben wird, differieren sehr; so haben beispielsweise 9 von 14 Ländern ein Curriculum für ein eigenes Fach. Außerdem zeigen sich große Unterschiede in der Verfügbarkeit von digitalen Endgeräten

(Frailon et al. 2019: XIX). Werden die CIL-Kompetenzen in fünf Levels eingeteilt, so schaffen 18 % der Schülerinnen und Schüler die unterste Hürde nicht, nur 2 % schaffen das höchste Level, 19 % das zweithöchste. Erfahrungen mit Computern daheim wirken sich positiv auf CIL aus. Der sozioökonomische Status hat ebenfalls große Auswirkungen, in Deutschland noch deutlich mehr als im Länderschnitt. Im Schnitt schneiden Mädchen besser ab als Burschen. Die beiden Länder, die vereinfacht gesagt ICT in der Schule die höchste Bedeutung beimessen, nämlich Südkorea und Dänemark, schneiden auch in den meisten Testkategorien am besten ab.

Für diese Studie sind Kompetenzen im Bereich CT folgendermaßen definiert:

Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ (kurz: CT) sind als individuelle Fähigkeiten einer Person definiert, Aspekte realweltlicher Probleme zu identifizieren, die für eine [informatische] Modellierung geeignet sind, algorithmische Lösungen für diese (Teil-)Probleme zu bewerten und selbst so zu entwickeln, dass diese Lösungen mit einem Computer operationalisiert werden können. (Eickelmann et al. 2019: 15)

Die Kompetenzen werden in zwei Teilbereichen mit insgesamt fünf Unterbereichen gemessen, siehe Abbildung 2:



Südkorea und Dänemark erreichen auch im Bereich CT mit Abstand die höchsten Punktwerte, Deutschland liegt unter dem internationalen Durchschnittswert, wobei innerhalb Deutschlands die Unterschiede zwischen Gymnasien und anderen Schulformen der Sekundarstufe außerordentlich groß sind (Eickelmann et al. 2019: 42). Anders als bei CIL allgemein sind bei CT Burschen geringfügig besser als Mädchen. In Deutschland zeigen sich auch bei CT hinsichtlich des kulturellen Kapitals und in Bezug auf herkunftsbedingte Disparitäten besonders starke Unterschiede im Vergleich zum internationalen Mittel.

Tatsächlich argumentieren Voogt et al. (2015), dass der Eindruck, dass CT mit Programmieren gleichgesetzt werden kann, darauf zurückzuführen ist, dass viele Studien oder Diskussionen das Programmieren als seinen Kontext betrachten.

3.2. Computational Thinking in einer multiperspektivischen Didaktik

Im genannten Lehrplan zur Verbindlichen Übung „Digitale Grundbildung“ werden als Bildungs- und Lehraufgaben zur Digitalen Grundbildung die Vermittlung digitaler Kompetenzen, von Medienkompetenzen sowie politischer Kompetenzen als Ansätze einer multiperspektivischen Didaktik angeführt. Die einzelnen Kompetenzbereiche decken zwar diese Bildungsziele ab, sind jedoch vom Konzept her noch wenig aufeinander bezogen. Das ist trotz des Bemühens nicht verwunderlich, wenn man an das jahrzehntelange Nebeneinander von Medienpädagogik und Informatik als Bezugsdisziplinen von Medienbildung und Informatischer Bildung denkt, die eine zweigleisige Koexistenz führten, ohne sich dabei erfolgreich zu berühren (Rummeler et al. 2016).

In einer ministeriellen Arbeitsgruppe, die derzeit mit der Adaptierung dieses Lehrplans beauftragt ist, werden die Bildungsziele sowie das Zusammenwirken von Medienbildung und Informatischer Bildung in der Digitalen Grundbildung allerdings stringenter und holistisch gedacht: Da Digitalisierung wesentlich Selbstbilder, Lebenswelt, Kommunikation, Kultur, Weltverständnis und Infrastruktur prägt, muss es das grundlegende Ziel der Digitalen Grundbildung sein, Orientierung und mündiges Handeln im 21. Jahrhundert zu ermöglichen. Dies lässt sich an ausgewählten Beispielen (mit entsprechenden Phänomenen, Strukturen, Funktionen und Problemstellungen) konkretisieren und im Gegenstand Digitale Grundbildung mit Aspekten aus der Informatischen Bildung und Medienbildung erarbeiten. Solche Beispiele aus der digitalen und technisierten Welt kann man in ihrer Beschaffenheit und Funktionalität als *digitale Artefakte* bezeichnen. Diese weisen technologisch-mediale, gesellschaftlich-kulturelle und interaktionsbezogene Bezüge auf, wie sie im Frankfurt-Dreieck (2019) als Überarbeitung des Modells der Dagstuhl-Erklärung (2016) dargestellt werden (Weich 2019: 8). Durch die multiperspektivische Bear-

beitung von Beispielen sollen Kompetenzen entwickelt werden, um digitale Artefakte zu erkunden, kritisch zu hinterfragen, verantwortungsvoll zu nutzen und zu gestalten.

Diese grundlegenden Bildungsziele spiegeln einen aufklärerischen, humanistischen Zugang zur Erschließung der digital geprägten Welt in der Allgemeinbildung wieder und evozieren eine Ermächtigungsdidaktik, in der CT als didaktisches Modell verortet werden kann. Diese Intentionen vertritt auch schon ansatzweise Wing (2008: 3719). Schulische Bildung meint in diesem Sinne eine fördernde Initiierung der Lernenden zur Selbstbildung. Schritt für Schritt anknüpfend an die zunehmenden Fähigkeiten, soll das eigene Schicksal selbst – auch in diskursiver Gemeinschaft mit anderen – bestimmt und gestaltet werden können (Moegling 2017: 32). Es steht weniger der systematische technik- und ingenieursorientierte Kompetenzerwerb mit Ausblick auf Berufswelten im Fokus, sondern es werden die Möglichkeiten der Rezeption unserer komplexen digitalen (Lebens-)Welt sowie eines mündigen, verantwortungsvollen Handelns und Partizipierens darin betont – also ein Bildungsziel, das besonders auch die Medienbildung mit der Vermittlung von Medienkompetenz als Fähigkeit mit Medien selbstbewusst, selbstbestimmt, kreativ und kritisch umzugehen, vertritt (Baacke 1996).

Das Erschließen der digitalen und technisierten Welt anhand digitaler Artefakte beinhaltet bewusst einen phänomenologischen und multiperspektivisch geprägten Zugang zur Wirklichkeit. Hierbei erfolgt eine trinäre Betrachtung der Phänomene, Problemstellungen und Prozesse der digitalen vernetzten Welt wie sie in der Dagstuhl- und Frankfurt-Erklärung ausgeführt sind. In diesen Erklärungen wird konstatiert, dass eine monodisziplinäre Betrachtung digitaler Wirklichkeiten ungenügend ist (Dengel 2018: 20). Durch digitale Artefakte, mit denen die meisten Personen bereits Kontakt hatten, kann vermeintlich Bekanntes in einem neuen Licht betrachtet werden. Sie können

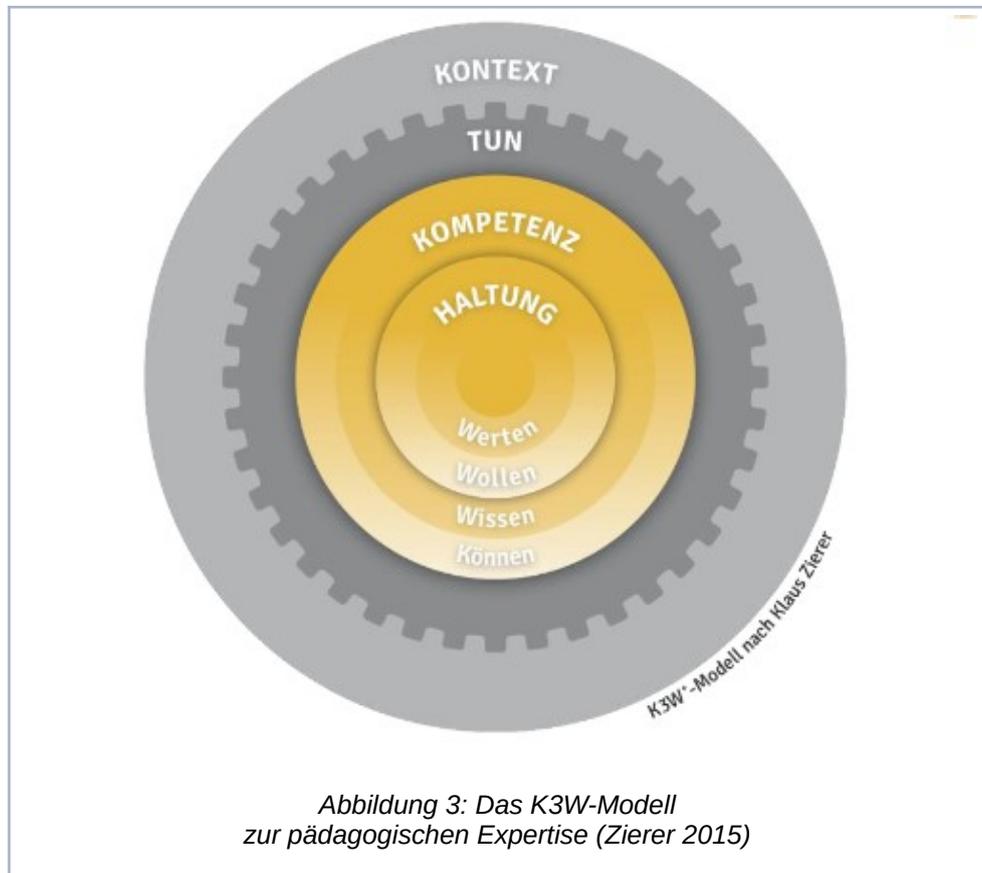
somit eine Möglichkeit bieten, bereits bestehendes Wissen aufzubauen bzw. zu erweitern.

Der multiperspektivische Blick auf digitale Artefakte anhand der Perspektiven des Dagstuhl-Dreiecks beinhaltet auch die Frage nach einer systematischen Einbindung von Medienbildung und Informatischer Bildung in das Schulsystem und die Umsetzung im Unterricht (Rummler et al. 2016: 5). Das Modell des kontextreflektierenden CT kann für manche Lehrziele diese systematische Umsetzung im Unterricht strukturieren.

4. Plädoyer für eine kontextorientierte Betrachtung von Computational Thinking

„If content is king, then context is queen!“ Dieser Spruch aus dem Marketing betont, dass für den Erfolg einer Werbekampagne nicht nur ein gutes Produkt notwendig ist – also WAS ich vermitteln will – sondern mindestens ebenso wichtig ist, WIE ich es vermittele und WARUM es für meine Zielgruppe interessant ist. Zierer trifft ähnliche Aussagen zum Verhalten von Lehrerinnen und Lehrern, rund um seine eigenen Studien und die große Meta-Studie von Hattie, die er ins Deutsche übersetzt hat (Hattie/Zierer/Beywl 2017; Zierer 2014). Es sei an einem Beispiel illustriert, nämlich der Frage, welche Bedeutung Lehrkräfte Zielen bei der Unterrichtsplanung beimessen (Wernke/Zierer 2015). Dabei zeigt sich nämlich eine deutliche Diskrepanz zwischen der Lehrerinnen- und Lehrerausbildung und dem Studien-seminar auf der einen Seite und erfahrenen Lehrkräften im Schuldienst auf der anderen Seite – letztere explizieren nämlich ihre Ziele bei der Unterrichtsplanung kaum mehr, obwohl sie ihnen nach wie vor eine hohe Bedeutung beimessen. Die beiden Studien von Wernke und Zierer zeigen, dass eine große Diskrepanz zwischen dem praktischen Planungshandeln und dem theoretischen Wissen über

das Planungshandeln besteht. Ein mögliches Erklärungsmuster ist, dass erfahrene Lehrkräfte gerade aufgrund ihrer Routine nicht mehr alle theoretisch wichtigen Aspekte in der Unterrichtsplanung explizieren müssen und dies auch hinsichtlich der Ziele nicht mehr tun, diese „sind im Hinterkopf oder werden implizit mitgedacht“ (ebd.: 14). Ein zweites Erklärungsmuster bezieht Erkenntnisse aus der Professionalisierungsforschung von Lehrerinnen und Lehrern ein und verbindet diese mit Resultaten aus der Expertinnen- und Expertenforschung aus anderen Domänen (Gardner/Csikszentmihalyi/Damon 2001). Letzteren zufolge beruht beruflicher Erfolg auf den „3 E’s“: *Exzellenz*, *Engagement* und *Ethik*. Die Kernthese lautet: Erst wenn alle drei Aspekte erkennbar sind und auftreten, sind Menschen in ihrem Tun erfolgreich. Zierer überträgt dies auf Lehrpersonen und entwickelt daraus – mit Verweis auf Herbarts Buch „Umriss pädagogischer Vorlesungen“ von 1835 – das K3W-Modell (Werten, Wollen, Wissen, Können), ein kontextbezogenes Strukturmodell zur Reflexion der Lehr-Lernpraxis:



Erfolgreiche Lehrkräfte benötigen demnach Kompetenz (Wissen und Können) sowie Haltung (Wollen und Werten). Zwischen diesen Aspekten besteht ein innerer Zusammenhang: Können basiert auf Wissen, das erst abgerufen wird, wenn ein Wollen vorhanden ist. Und dafür gibt es immer Gründe, so dass das Wollen auf einem Werten fußt. Erst im Zusammenspiel von Wissen, Können, Wollen und Werten wird eine Lehrperson in einer Situation entsprechend handeln. Dieses Modell weist Parallelen zu diversen anderen aus der Professionalisierungsforschung auf, beispielsweise zur *Transformativen Erwachsenenbildung* nach Mezirow (1991). Mezirow unterscheidet bei der professionellen Reflexion drei Ebenen, nämlich das WAS, das WIE und das WARUM. Ein entscheidender Aspekt dabei ist der Kon-

text der jeweiligen Situation, in der die Lehrperson ihre Entscheidungen trifft – denn ist der Kontext günstig für das jeweilige Verhalten, so ist die Wahrscheinlichkeit auch deutlich größer, dass dieses eintritt. Zurück beim Beispiel mit den Zielen in der Unterrichtsplanung heißt das: Selbst wenn die Lehrperson theoretisch weiß, wie wichtig die Ziele für die Planung sind und motiviert ist, diese zu explizieren, kann es durch Überlastung am Arbeitsplatz und Zeitmangel zur Routine werden, die genaue Zielplanung wegzulassen.

Was bedeutet dieser Exkurs in die Professionalisierungsforschung nun für die Umsetzung von *Computational Thinking* an Schulen? Ziezers Modell kann bei einer reflexiven Betrachtung von Kontextbezügen für CT helfen. Die Haltung (Wollen und Werten) von Lehrkräften in Bezug auf didaktische Prinzipien bedingt, dass gewisse didaktische Modelle bevorzugt eingesetzt werden, die Kompetenzentwicklung (Wissen & Können) der Lehrperson und damit die Gestaltung didaktischer Prozesse (Tun) wesentlich beeinflussen, die wiederum den Unterricht als Lernkontext für die Schülerinnen und Schüler wesentlich prägen und ausgestalten. Auch die Erfahrungen rund um den „medialen Habitus“ von Lehrerinnen und Lehrern (vgl. bspw. Ausgabe 4/2013 der MEDIENIMPULSE) verweisen darauf, wie hartnäckig Vorprägungen hinsichtlich des Medieneinsatzes von Lehrkräften sind und wie wichtig es deshalb ist, in der Schule möglichst günstige Kontexte zu schaffen, um die Motivation der Lehrerinnen und Lehrer für einen gewünschten Medieneinsatz zu stützen und eine Veränderung im Verhalten zu bewirken. Aus unserer Sicht lassen sich hier Rückschlüsse auf die Erfolgsaussichten von *Computational Thinking* in Schule ziehen, und dieses Modell soll im Folgenden helfen, die Möglichkeiten des Konzepts CT kontextorientiert zu reflektieren.

5. CT als Modell der handlungsorientierten Rezeption von Wirklichkeit

5.1. Haltung: CT als Modell eines handlungsorientierten Erschießungsprozesses von Wirklichkeit

CT ist kein wertfreies didaktisches Modell, das vielleicht nur zur Unterrichtsoptimierung gedacht ist. CT postuliert konzeptuell eine bestimmte handlungsorientierte Erschließung von Wirklichkeit. Es beinhaltet die Haltung, dass Wirklichkeit mit Hilfe digitalisierbarer Möglichkeiten und Prozesse wahrgenommen und handlungsorientiert bearbeitbar ist. Insofern beinhaltet das Konzept immanente Wertungen und Zielsetzungen. Als didaktisches Strukturprinzip, das einen bestimmten pädagogischen Prozess anlegen will, steht weniger der zu bearbeitende Inhalt im Fokus als das *Wie* des Erschließungsprozesses selbst (Prüß 2011: 54). Dieser prinzipiengeleitete Erschließungsprozess ist durch seine Absichten und Zielsetzungen (etwa Problemorientierung, Lösungsorientierung, Informationsverarbeitung) determiniert. Mit der Anwendung von CT wird implizit immer eine gewisse Realitätsselektion und Handlungspriorisierung im Sinne der Methode vorausgesetzt (Ben 2019: 610).

Es sagt viel über die kognitive Struktur des CT aus, das eine strukturierte, konzeptuelle und strategische Art des Denkens und der Problemlösung enthält. Dass das Modell von CT nicht mit neutralen Problemlösungsmethoden unter Einbezug digitaler Mittel missverstanden werden darf, sondern im Kontext bestimmter Werthaltungen zu sehen ist, gilt es zu berücksichtigen. Insofern ist CT auf das Bezugssystem Informatische Bildung im Unterschied zu didaktischen Modellen aus der Medienbildung rückbezogen.

5.2. Kompetenzen: Die Vermittlung von CT-bezogenen Kompetenzen, abhängig vom didaktischen kontextuellen Rahmen

Vergleicht man CT mit Problemlösungsprozessen und Informationsverarbeitung, so zeigt sich bei näherer Betrachtung ein hoher Grad an Ähnlichkeit:

In computational thinking, the students demonstrate the ability to identify a problem, break it down into manageable steps, work out the important details or patterns, shape possible solutions, and present these solutions in a way that a computer, a human, or both, can understand. Computational thinking can also involve structuring and manipulating data sets to support the solution process. (International Association for the Evaluation of Educational Achievement 2016: 1)

Diese Definition umfasst die Problemidentifizierung und -formulierung, einen Zerlegungsprozess, den Prozess der Mustererkennung und des Mustervergleichs, die Gestaltung von möglichen Lösungsschritten mit mehreren iterativen Prozessen wie Abstraktion, Testen und Fehlerbehebung sowie algorithmisches Denken, eine zusammenfassende Generalisierung von Erkenntnissen und Transformation weiterer Kontexte. Die unterschiedlichen Ausformulierungen der Kernelemente von CT sind wohl auch dem didaktischen Rahmen geschuldet. CT beansprucht als Konzept ja nicht nur auf informatische Bildung bezogen zu bleiben, sondern als multiperspektivische Methode Korrelationen zu didaktischen Modellen anderer Fachbereiche zu bieten. Je nach kontextuellem Rahmen muss es daher zu einer unterschiedlichen Gewichtung der Strukturelemente, deren Interpretation und Kompetenzvermittlung kommen.

Je nach kontextuellem didaktischem Rahmen für den Einsatz von CT unterscheiden wir drei Schichten (von eng nach weit gefasst):

1. Coding
2. Informatische Bildung
3. Bildung in der digital vernetzten Welt (Modell Frankfurt-Dreieck)

Im *Kontext von Coding und Softwareentwicklung* kann CT dazu dienen, komplexe Problemstellungen in der Programmierung zu zerlegen und Lösungen zuzuführen. Die Konzeptelemente *Muster erkennen und vergleichen (Pattern recognition)* und *Lösungsschritte entwickeln (Algorithm Design)* werden in diesem Kontext stark algorithmisch und programmiertechnisch geprägt sein.

CT kann im Rahmen der *Informatischen Bildung* helfen, komplexe Aufgaben mit Bezug zu Informatiksystemen handlungsorientiert zu bearbeiten. Der Fokus von CT bleibt dabei hauptsächlich auf das Erlernen von technisch zentrierten Informatikkenntnissen bezogen, welche die Organisationen CSTA und ISTE in einem Framework für K-12 Schulen in neun Bereiche gegliedert haben (Yadav/Stephenson/Hong 2017: 57). In manchen didaktischen Behelfen ist die Kompetenzerwerbungsaneignung zu den einzelnen Kernelementen des Konzepts wie Puzzlesteine je für sich gestaltet, so als könne man einzelne Komponenten wie „Probleme zerlegen“, „Muster erkennen“, „Algorithmen designen“ eigenständig schulen (vgl. z. B. das Kartenset „Biber der Informatik“). Das separate Einüben der Kompetenzen kann eine gewisse Berechtigung haben, wird aber dem Anspruch des Modells als prozessorientierte Problemerkennung nicht gerecht.

Wie aufgezeigt, kann CT im multiperspektivischen Kontext einer *Bildung in der digital vernetzten Welt* nach dem Frankfurt-Dreieck eingesetzt werden. In dem methodischen Erschließen komplexer Phänomene und Problemstellungen unserer digitalisierten Welt anhand digitaler Artefakte kommt es jedoch auch zu einer wesentlichen Akzentverschiebung der Methode. Wirklichkeit wird nicht nur problemorientiert, sondern phänomenorientiert gedacht. Es müssen nicht immer komplexe Probleme Ausgangspunkte für den Einsatz von CT sein. Elemente wie Zerlegen, Muster erkennen, Abstrahieren bieten auch Routinen für die Erschließung und den verantwortungsvollen Umgang mit Phänomenen und Prozessen unserer digitalisierten Welt

an und bedürfen entsprechender Kompetenzaneignung. Das Konzept des kontextorientierten CT bleibt nicht nur auf den kontextuellen didaktischen Rahmen bezogen – das Modell kann auch einen kontextreflektierenden Prozess strukturieren.

5.3. Tun: CT als kontexterschließender Prozess in der Bildung

Die Elemente und Phasen von CT können einen wechselseitigen Prozess von Kontextualisierung, Dekontextualisierung und Rekontextualisierung strukturieren. Dies soll im folgenden Abschnitt erläutert werden.

Esther Ruiz Ben postuliert in ihrem Artikel zu Critical CT:

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. (Ben 2019: 611)

Im Hinblick auf ethische Fragestellungen nennt sie ihr Konzept *Critical Computational Thinking*. Aber bedingt nicht gerade ein *Computational Thinking*, das im sozialen, ökologischen, ökonomischen, gesellschaftlichen Kontext fußt, ohnehin zwingend notwendig eine kritische Reflexion dieses Umfelds? Muss die kritische Reflexion tatsächlich explizit betont werden?

Digitale Artefakte sind in der Phase der Kontextualisierung keine hübsche Verpackung des eigentlichen Lehrstoffs für den Unterrichtseinstieg, sondern bilden eine kontextbezogene Ausgangssituation,

die intensiv durchgearbeitet und von der aus allmählich abstrahiert, also dekontextualisiert wird. Die im CT beschriebenen Prozesselemente der Zerlegung und Mustererkennung können helfen, die Phase der Lebenskontexterschließung zu strukturieren.

Dekontextualisierung beschreibt eine Phase im Wissenserwerb, in der Alltagsbezüge und Einzelheiten der jeweiligen Konkretion ‚abgestreift‘ werden, damit Strukturwissen, Schemata, übergeordnete Begriffe, Modellvorstellungen oder Gesetzmäßigkeiten hervortreten (Lohrmann 2011: 399). Die CT-Elemente *Abstrahieren*, *Lösungsschritte entwickeln* und *Algorithmen definieren*, *Simulieren* und *Generalisieren* strukturieren die Phase der Dekontextualisierungsarbeit (Yadav et al. 2017: 57).

Im Mittelpunkt der Rekontextualisierung steht die Anwendung des erworbenen Wissens, welches transformierend auf unterschiedliche Kontexte rückbezogen wird. Die Auseinandersetzung mit verschiedenen Kontexten kann weiterhin dazu anregen, nach gemeinsamen abstrakten Strukturen zu suchen (Lohrmann 2011: 399). Die iterativen Konzeptelemente *Testen*, *Adaptieren* und *Generalisieren* begleiten den Prozess der *Transformation*. Durch den kontextorientierten Ausgangspunkt und die transformierende Rückführung in die Lebenswelt kann das Modell interdisziplinäre Aspekte von Fachbereichen integrieren und komplementäre Lernprozesse von Medienbildung und informatischer Bildung anleiten (Eickelmann/Drossel 2016). Durch diese Lebenskontextorientierung kann CT auch den Perspektiven des Frankfurt-Dreiecks entsprechen. Prozesselemente des kontextorientierten CT bedürfen der gesellschaftlich-kulturellen Reflexion (Kontextualisierung, Rekontextualisierung), der technologischen Perspektive (Muster erkennen, Abstrahieren, Algorithmen-Design) und der Interaktion (etwa durch Testen; Adaptieren und Transformieren; verantwortlich Handeln).

6. Conclusio

Je nach didaktischem Schema kann *Computational Thinking* aus didaktischer Perspektive also unterschiedlich zum Einsatz kommen. Im engeren Sinn für das Verständnis algorithmischer Abläufe beim Programmieren; deutlich erweitert, aber noch immer mit dem Ziel der Informatischen Bildung beispielsweise beim Einsatz von Robotiksystemen (Bergner et al. 2018), und schließlich weit gefasst für das Verständnis von Phänomenen aus verschiedensten Bereichen unserer digital vernetzten Welt. Für Pädagoginnen und Pädagogen gilt es zu reflektieren, in welchem didaktischen Rahmen das Modell des CT entwickelt wird, mit welchen didaktischen Prinzipien (im Sinne von Zielen und Haltungen) welche Kompetenzen in dem jeweiligen kontextuellen Rahmen dadurch besonders gefördert werden sollen und für wen. Das bedarf flexibler und angepasster Mittel, Materialien und didaktischer Szenarien, aber auch entsprechend ausgebildeter und geschulter Lehrkräfte. Es sollten besonders die vorgestellten Möglichkeiten im Tun, im Prozess, zur Kontexterschließung und Kontextbearbeitung des Modells stärker bedacht und vermittelt, eingeübt und genutzt werden – im Sinne einer kontextuellen informatischen Bildung, in einer komplementären Verbindung zur Medienbildung und für die notwendige Bildung in der digital vernetzten Welt.

Literatur

Baacke, Dieter (1996): Medienkompetenz – Begrifflichkeit und sozialer Wandel, in: von Rein, Antje (Hg.): Medienkompetenz als Schlüsselbegriff, Theorie und Praxis der Erwachsenenbildung, Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 112–124.

Barberi, Alessandro/Swertz, Christian (2013): Editorial 4/2013: Medi-aler Habitus, MEDIENIMPULSE 51(4), online unter:

<https://journals.univie.ac.at/index.php/mp/article/view/mi618> (letzter Zugriff: 27.03.2020)

Ben, Esther Ruiz (2019): Critical Computational Thinking: Konzeptentwurf zur Vermittlung von Informatikwissen für die Digitalisierungsgestaltung, in: David, Klaus/Geihs, Kurt/Lange, Martin/Stumme, Gerd (Hg.): INFORMATIK 2019. 50 Jahre Gesellschaft für Informatik – Informatik für Gesellschaft, Bonn: Köllen Druck+Verlag GmbH, 605–616, online unter:

https://dl.gi.de/bitstream/handle/20.500.12116/25028/paper7_01.pdf?sequence=1&isAllowed=y (letzter Zugriff: 27.03.2020).

Bergner, Nadine/Köster, Hilde/Magenheim, Johannes/Müller, Kathrin/Romeike, Ralf/Schroeder, Ulrik/Schulte, Carsten (2018): Frühe informatische Bildung – Ziele und Gelingensbedingungen für den Elementar- und Primarbereich, Bd. 9, Opladen/Berlin/Toronto: Verlag Barbara Budrich.

Bocconi, Stefania/Chiocciariello, Augusto/Dettori, Giuliana/Ferrari, Anusca/Engelhardt, Katja (2016): Developing Computational Thinking in Compulsory Education. Policy Report, Luxembourg: European Commission, Joint Research Centre, online unter:

https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC104188/jrc104188_computhinkreport.pdf (letzter Zugriff: 27.03.2020).

Bergner, Nadine/Köster, Hilde/Magenheim, Johannes/Müller, Kathrin/Romeike, Ralf/Schroeder, Ulrik/Schulte, Carsten (2018): Frühe informatische Bildung – Ziele und Gelingensbedingungen für den Elementar- und Primarbereich, Bd. 9, Opladen/Berlin/Toronto: Barbara Budrich.

Bocconi, Stefania/Chiocciariello, Augusto/Dettori, Giuliana/Ferrari, Anusca/Engelhardt, Katja (2016): Developing Computational Thin-

king in Compulsory Education. Policy Report, Luxembourg: European Commission, Joint Research Centre, online unter: https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC104188/jrc104188_computhinkreport.pdf (letzter Zugriff: 27.03.2020).

Bundeskanzleramt der Republik Österreich (2018): Bundesgesetzblatt Jahrgang 2018 Teil II – 71. Verordnung, online unter: https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2018_II_377/BGBLA_2018_II_377.pdfsig (letzter Zugriff: 27.03.2020).

Bundy, Alan (2007): Computational Thinking Is Pervasive, in: Journal of Scientific and Practical Computing, Vol. 1, No. 2 (2007): 67–69, online unter: <https://pdfs.semanticscholar.org/d3b5/562aa8399ecbdcc40b98108229aa54e12449.pdf> (letzter Zugriff: 27.03.2020).

Carretero, Stephanie/Vuorikari, Riina/Punie, Yves (2017): DigComp 2.1: The Digital Competence Framework for Citizens. With Eight Proficiency Levels and Examples of Use. Luxembourg, online unter: <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/digcomp-21-digital-competence-framework-citizens-eight-proficiency-levels-and-examples-use> (letzter Zugriff: 27.03.2020).

Computer Science Teachers Association (2017): CSTA K-12 Computer Science Standards (Revised 2017), online unter: <https://www.doe.k12.de.us/cms/lib/DE01922744/Centricity/Domain/176/CSTA%20Computer%20Science%20Standards%20Revised%202017.pdf> (letzter Zugriff: 27.03.2020).

Dengel, Andreas (2018): Digitale Bildung: ein interdisziplinäres Verständnis zwischen Medienpädagogik und Informatik, in: MedienPädagogik – Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung, 33 (Medienpädagogik und Didaktik der Informatik. Eine Momentaufnahme).

me disziplinärer Bezüge und schulpraktischer Entwicklungen.): 11–26.

Eickelmann, Birgit (2017): Kompetenzen in der digitalen Welt. Konzepte und Entwicklungsperspektiven, Berlin: Friedrich-Ebert-Stiftung, online unter:

<https://library.fes.de/pdf-files/studienfoerderung/13644.pdf> (letzter Zugriff: 27.03.2020).

Eickelmann, Birgit/Bos, Wilfried/Gerick, Julia/Goldhammer, Frank/Schaumburg, Heike/Schwippert, Knut/Senkbeil, Martin/Vahrenhold, Jan (2019): ICILS 2018 Deutschland Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking, online unter:

https://www.pedocs.de/volltexte/2019/18166/pdf/Eickelmann_et_al_2019_ICILS_2018_Deutschland.pdf (letzter Zugriff: 27.03.2020).

Eickelmann, Birgit/Drossel, Kerstin (2016): Zur Relevanz informatischer Bildung in der Schule für den Erwerb computer- und informationsbezogener Kompetenzen als Teilaspekt von Medienbildung. Ergebnisse für Deutschland und die Schweiz im internationalen Vergleich, in: MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung 25, 80–108.

Fraillon, Julian/Ainley, John/Schulz, Wolfram/Friedman, Tim/Duckworth, Daniel (2019): Preparing for Life in a Digital World: IEA International Computer and Information Literacy Study 2018 International Report. Studie. Amsterdam: International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA), online unter: <https://www.iea.nl/sites/default/files/2019-11/ICILS%202019%20Digital%20final%2004112019.pdf> (letzter Zugriff: 27.03.2020).

Gardner, Howard E./Csikszentmihalyi, Mihaly/Damon, William (2001): *Good Work: When Excellence And Ethics Meet*, New York: Basic Books.

Gesellschaft für Informatik (2008): Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule. Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I, in: LOG IN – Informatische Bildung und Computer in der Schule. Informatik in der Realschule (Heft 150–151/2008): 72-seitige Beilage.

Hattie, John/Zierer, Klaus/Beywl, Wolfgang (2017); *Lernen sichtbar machen für Lehrpersonen: Überarbeitete deutschsprachige Ausgabe von „Visible Learning for Teachers“*, 3. Aufl., Baltmannsweiler: Schneider.

Humbert, Ludger/Best, Alexander/Micheuz, Peter/Hellmig, Lutz (2020): *Informatik – Kompetenzentwicklung bei Kindern*, Informatik Spektrum.

International Association for the Evaluation of Educational Achievement (2016): *What's next for IEA's ICILS in 2018?* Online unter: <https://www.iea.nl/sites/default/files/2019-03/ICILS%20Computational%20thinking%20leaflet.pdf>

Ioannidou, Andri/Bennett, Vicki/Repenning, Alexander/Koh, Kyu Han/Basawapatna, Ashok (2011): *Computational Thinking Patterns*, New Orleans, LA, USA.

Lohrmann, Katrin (2011): Kontextualisierung und Dekontextualisierung, in: Einsiedler, Wolfgang/Götz, Margarete/Heinzel, Friederike (Hg.): *Handbuch Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik*. 3., vollst. überarb. Aufl 397–401.

McOwan, Peter William/Curzon, Paul (2017): *The Power of Computational Thinking: Games, Magic and Puzzles to Help You Become a*

Computational Thinker, New Jersey: World Scientific Publishing Europe Ltd.

Mezirow, Jack (1991): Transformative Dimensions of Adult Learning, San Francisco: Jossey-Bass.

Moegling, Klaus (2017): Kultureller Transfer und Bildungsinnovation: Wie Schulen die nächste Generation auf die Zukunft der Globalisierung vorbereiten können, Leverkusen: Barbara Budrich.

Narosy, Thomas/Röthler, David/Svecnik, Erich (2018): Digitales Kompetenzmodell für Österreich – DigComp 2.2 AT, in: Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort, online unter: https://www.bmdw.gv.at/Themen/Digitalisierung/Gesellschaft/Digitale-Kompetenz_Arbeitsmarkt.html (letzter Zugriff: 27.03.2020)

National Research Council (2010): Report of a Workshop on the Scope and Nature of Computational Thinking, Washington, DC: The National Academies Press.

Papert, Seymour (1980): Mindstorms, New York: Basic Books.

Prüß, Franz (2011): Pädagogische Prinzipien und didaktische Funktionen als Grundlage der optimalen Unterrichtsgestaltung, in: Arendt, Birte/Kiesendahl, Jana (Hg.): Sprachkritik in der Schule: Theoretische Grundlagen und ihre praktische Relevanz, Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht, 54–69.

Rummler, Klaus/Döbeli Honegger, Beat/Moser, Heinz/Niesyto, Horst (2016): Editorial: Medienbildung und informatische Bildung – quo vadis? In: MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung 25: 1–6, online unter: <https://www.medienpaed.com/article/view/424> (letzter Zugriff: 27.03.2020).

Stager, Gary S. (2016): Seymour Papert (1928–2016), in: Nature 537 (7620): 308–308, online unter:
<https://www.nature.com/articles/537308a> (letzter Zugriff: 27.03.2020).

Voogt, Joke/Fisser, Petra/Good, Jon/Mishra, Punya/Yadav, Aman (2015): Computational Thinking in Compulsory Education: Towards an Agenda for Research and Practice, in: Education and Information Technologies 20(4): 715–28, online unter:
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10639-015-9412-6> (letzter Zugriff: 27.03.2020).

Weich, Andreas (2019): Das ‚Frankfurt-Dreieck‘, in: MEDIENIMPULSE 57(2), online unter:
<https://journals.univie.ac.at/index.php/mp/article/view/2830> (letzter Zugriff: 27.03.2020).

Wernke, Stephan/Zierer, Klaus (2015): Welche Bedeutung messen Lehrkräfte Zielen bei der Unterrichtsplanung bei? Ergebnisse zweier qualitativer Studien, in: Schulpädagogik heute: Transparenz im Unterricht und in der Schule, Heft 12/2015, 6. Jahrgang: 1–17, online unter: <https://docplayer.org/9052136-Welche-bedeutung-messen-lehrkraefte-zielen-bei-der-unterrichtsplanung-bei-ergebnisse-zweier-qualitativer-studien.html> (letzter Zugriff: 27.03.2020).

Wing, Jeannette M. (2006):. Communications of the ACM 49(3): 33–35.

Wing, Jeannette M. (2008): Computational Thinking and Thinking about Computing, in: Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences 366(1881): 3717–25, online unter:
<https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rsta.2008.0118> (letzter Zugriff: 27.03.2020).

Yadav, Aman/Stephenson, Chris/Hong, Hai (2017): Computational Thinking for Teacher Education, in: Communications of the ACM

60(4): 55–62, online unter: https://www.researchgate.net/publication/315636456_Computational_thinking_for_teacher_education (letzter Zugriff: 27.03.2020).

Zierer, Klaus (2014): Hattie für gestresste Lehrer, Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Zierer, Klaus (2015): Nicht nur Wissen und Können, sondern auch und vor allem Wollen und Werten. Das K3W-Modell im Zentrum pädagogischer Expertise, in: Pädagogische Rundschau 69(1): 91–98.