

Wie informatische Bildung hilft, die digitale Gesellschaft zu verstehen und mitzugestalten

Das Jahr 2016 ist offenbar das Jahr, in dem die „Digitalisierung“ in der Bildungsdiskussion angekommen ist und unter dem Stichwort „Digitale Bildung“ die Debatten beherrschte. Befeuert wurde die Diskussion nicht zuletzt dadurch, dass die KMK die Digitalisierung der Gesellschaft zum Schwerpunktthema machte und eine Strategie zur „Bildung in der digitalen Welt“ (KMK 2016) vorlegte. Wenngleich sich nun immer mehr Menschen für digitale Medien begeistern und diese in Bildungsprozessen einsetzen möchten, führt die Frage danach, was die „Digitalisierung“ eigentlich sei, bei vielen Lehrpersonen noch immer zu Unsicherheit. Zwar sind die Resultate der Digitalisierung offensichtlich – sind digitale Medien allgegenwärtig und nehmen Einfluss auf alle erdenklichen Alltagsprozesse – deren Ursachen, Grundlagen und weiteren Anwendungs- und Gestaltungsmöglichkeiten stellen aber für viele Menschen immer noch ein Rätsel dar. Immerhin hat sich herumgesprochen, dass digital „irgendwas mit 0 und 1“ zu tun hat, tatsächlich lässt sich mit dieser Umschreibung aber weder die Digitalisierung erklären noch lassen sich deren Auswirkungen und Möglichkeiten abschätzen.

Döbeli (2016) bringt es in seinem Buch *Mehr als 0 und 1* pointiert auf den Punkt: Digitalisierung bezeichnet im engeren Sinn die Überführung analoger (d.h. stufenloser, kontinuierlicher) Daten in die digitale, d.h. auf Ziffern (engl. „digit“) abbildbare und damit durch Computer verarbeitbare Form. Das führt nun dazu, dass grundsätzlich Daten aller digitalisierbaren Lebensbereiche zu geringen Kosten maschinell erfasst, gespeichert, verarbeitet, übermittelt und verbreitet werden können. Durch die damit einhergehende enorme Steigerung der Verfügbarkeit von Information ergeben sich weitreichende Möglichkeiten und Herausforderungen für die Gesellschaft. Grundlage und Triebkraft der Digitalisierung ist die Wissenschaft Informatik. Ein Verständnis ihrer Grundlagen, Ideen und Prinzipien ist daher notwendig, will man Funktion, Chancen und Entwicklung digitaler Medien verstehen und mitgestalten können. Ziel dieses Artikels ist es, anhand der Diskussion um digitale Bildung aufzuzeigen, welchen Beitrag informatische Bildung zum Verständnis der digitalen Welt leisten kann und damit auch Anknüpfungspunkte für die Medienbildung anzubieten.

Digitalisierung

Das Ausmaß der „digitalen Revolution“ soll im Folgenden an einem einfachen Beispiel verdeutlicht werden¹: Stellen wir uns vor, wir sitzen 12 Uhr mittags in der obersten Reihe des Berliner Olympiastadions und aus einer zauberhaften Wolke „tröpfelt“ es in das (wasserdichte) Stadion – nur ein Tropfen pro Minute, allerdings verdoppelt sich das Volumen des Tropfens mit jedem Mal. Irgendwann wird das Stadion vollgelaufen sein. Aber wie lange können wir uns Zeit lassen und dem Schauspiel zusehen? Nach einer Minute fallen zwei Tropfen, dann vier Tropfen, dann acht Tropfen, dann 16 Tropfen usw. Nach 45 Minuten ist das Olympiastadion noch zu 93 Prozent leer, aber Zeit für ein Nickerchen haben wir nicht mehr – nur 4 Minuten später wird das Stadion voll sein. Ein solches exponentielles Wachstum finden wir auch in der informationstechnischen Entwicklung der letzten 50 Jahre. So verdoppeln Computer etwa alle zwei Jahre ihre Leistung, ebenso rasch wächst das Datenvolumen im Internet. Wir scheinen uns außerdem sehr schnell an die Entwicklungen zu gewöhnen: So haben Smartphones, Navigationssysteme, Internet und tragbare Computer die Alltagsgewohnheiten bereits massiv verändert, und das, obwohl vor gerade einmal zehn Jahren mit dem iPhone das erste massenhaft verkaufte Smartphone vorgestellt wurde. Heute ist es kaum vorstellbar, dass Facebook vor kurzem noch keine Bedeutung hatte und das mobile Internet erst in den Startlöchern steckte. Betrachtet man die weitere Entwicklung von Internetdiensten wie bspw. MySpace, StudiVZ oder Second Life² wird deutlich, dass es kaum vorhersehbar ist, welche konkreten Technologien die nächsten Jahre relevant sein werden. Analog zu unserem einleitenden Beispiel ist es jetzt vielleicht gerade 12:45 Uhr. Vor uns liegen offenbar enorme, kaum vorhersehbare, auf die Digitalisierung zurückzuführende Veränderungen; die Entwicklung wird aber nicht um 12:49 Uhr vorbei sein. Noch vor wenigen Jahren wurde auch im Rahmen der GMK diskutiert, wie bspw. Second Life für die Medienpädagogik zu erschließen sei. Rückblickend kann es als durchaus bedauerlich bezeichnet werden, wie viel Energie, Lebenszeit und Geld in die Aufbereitung äußerst kurzfristiger Trends gesteckt worden ist und wie wenig das Bildungssystem letztlich davon profitiert hat.

Im Bereich der Schulinformatik sind ebenso Erfahrungen mit wenig nachhaltigen Ansätzen gemacht worden. So hat das Scheitern der informationstechnischen Grundbildung seit den 1980er Jahren immer wieder gezeigt, dass es nur kurzfristige Erfolge bringt, wenn die durch die Wissenschaft Informatik angetriebenen technischen und gesellschaftlichen Entwicklungen auf das Bedienen und Anwenden von Werkzeugen und die

Diskussion der Auswirkungen davon reduziert werden (vgl. Breier 2004). Solches Wissen und die erworbenen Fertigkeiten waren oft schlicht bereits obsolet, wenn die Schülerinnen und Schüler die Schule verlassen haben. Informatische Bildung adressiert das Problem kurzlebiger Fertigkeiten, indem sie sich an fundamentalen Ideen und Prinzipien der Bezugswissenschaft Informatik orientiert.

Fundamentale Ideen und Prinzipien der Informatik

„Education should prepare young people for jobs that do not yet exist, using technologies that have not yet been invented, to solve problems of which we are not yet aware.“ (Richard Riley)

Warum ist ein Unterrichtsfach „Computer“ oder „digitale Medien“ keine gute Idee? Aus dem gleichen Grund, weshalb es in der Schule kein Fach „Taschenrechner“ gibt: Bildungsprozesse, die sich vor allem auf die Anwendung und Diskussion aktueller Medien bzw. Werkzeuge konzentrieren, führen zwar zu unmittelbar anwendbaren und nützlichen Fertigkeiten, allerdings sind diese schnell veraltet. Deshalb bezieht sich Schule auf die zugrunde liegenden Wissenschaftsdisziplinen, sodass Schülerinnen und Schüler zunächst grundlegende Kompetenzen und darauf aufbauend Anwendungsfertigkeiten erwerben. So sollen bspw. in den Fächern Physik, Chemie und Mathematik die Prinzipien, fundamentalen Ideen, Methoden und Arbeitsweisen der jeweiligen Wissenschaft vermittelt werden, sodass sich hieraus ein Verständnis für die fachlichen Werkzeuge, Probleme und Lösungsstrategien entwickelt. Auch die informatische Bildung stützt sich auf fundamentale Ideen (vgl. Schwill 1993), Konzepte und Prinzipien der Informatik. Dies soll im Folgenden anhand der Textverarbeitung verdeutlicht werden.

Nehmen wir zum Beispiel den vorliegenden Text und versuchen wir, die beiden Zeilen unter dieser Zeile mit einem doppelten Zeilenabstand zu versehen. Personen, die vor allem über Anwendungsfertigkeiten im Umgang mit Textverarbeitungssystem verfügen, versuchen typischerweise das Ziel zu erreichen, indem sie die beiden Zeilen markieren und über die Menüleiste die Option „Zeilenabstand“ auf „doppelzeilig“ setzen. Das Ergebnis dieser Handlung fällt dann allerdings anders aus als erwartet: So werden nicht nur die beiden markierten Zeilen voneinander getrennt, sondern es werden auch gleich weitere Zeilen darüber und darunter doppelzeilig dargestellt. Im Informatikunterricht erlernen die Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I die Konzepte, auf die dieses Phänomen zurückzuführen ist: In Textverarbeitungssystemen sind verschiedene Arten (Klassen) von Text-

elementen zu unterscheiden, z.B. *Zeichen* und *Absatz*, die jeweils eigene Eigenschaften (Attribute) besitzen, „Zeilenabstand“ ist ein Attribut der Klasse *Absatz*. Wenn also eine Zeile des von der Markierung betroffenen Absatzes den Attributwert „doppelzeilig“ zugeordnet bekommt, gilt dies zwangsläufig für alle Zeilen des Absatzes. Dieses Konzept lässt sich auf verschiedene Textverarbeitungssysteme (z.B. MS Word, Open Office, Latex) anwenden. Die Betrachtung der zugrundeliegenden Klassen und Attribute hilft auch beim effizienten Umgang und Verständnis anderer Softwareanwendungen. In empirischen Studien konnte gezeigt werden, dass die Vermittlung solcher konzeptionellen Grundlagen zu nachhaltigeren Kompetenzen führt als ein funktional-anwendungsbezogener Unterricht („Benutzerschulung“), der allein Bedienfertigkeiten in den Vordergrund stellt (vgl. Voss 2006).

Welche Ideen und Prinzipien stecken nun aber hinter der Digitalisierung? Betrachten wir hierzu zunächst die menschlichen Sinne Sehen und Hören. Mit einer Übertragungsrate vergleichbar mit etwa 1 Mbit/s bieten die Augen die schnellste Verbindung der Außenwelt ins Gehirn. Wie aber kann visuelle Information digitalisiert und im Computer verarbeitet werden? Typische Themen im Gegenstandsbereich befassen sich mit Produkten der Bildverarbeitung wie Photoshop, Bildformaten wie JPEG oder dem Speicherplatzbedarf eines Bildes im Speicher der Digitalkamera in Megabyte. Auch hierbei handelt es sich um Begriffe, die den Anwendungsfertigkeiten zuzuordnen sind und die sich durchaus schnell ändern können. Ein Prinzip, das hier zum Tragen kommt, findet sich in der Art und Weise, wie visuelle Information repräsentiert und damit digital erfasst wird. So sind hier vor allem zwei Verfahren zu unterscheiden: Von Digitalkameras bekannt ist die Erfassung der visuellen Information Bildpunkt für Bildpunkt in Form einer *Pixelgrafik*. Damit verbunden sind bspw. Phänomene zunehmender Unschärfe und Treppeneffekte bei Vergrößerung des Bildes sowie hoher Speicherplatzbedarf bei der Darstellung in hoher Qualität. Diese Phänomene treten typischerweise bei der Vergrößerung von Buchstaben und Logos im Posterdruck nicht auf. Das ist darauf zurückzuführen, dass in diesen Fällen die visuelle Information effizient als *Vektorgrafik* repräsentiert wird. Hierbei wird das Gesamtbild durch die zugrundeliegenden geometrischen Objekte beschrieben (z.B. Linien, Ellipsen, Füllmuster), sodass das Gesamtobjekt in beliebiger Größe „gezeichnet“ werden kann, ähnlich dem „Malen nach Zahlen“. Die Prinzipien, die hinter diesen beiden Verfahren stehen, beschränken sich nicht auf die Digitalisierung visueller Information. Mit vergleichbaren Verfahren wird bspw. Musik repräsentiert. Analoge Audiosignale werden digitalisiert, indem eine Stichprobe (entsprechend der

„Samplingrate“) erfasst und gespeichert wird. Ebenso wie bei Pixelgrafiken geht hierbei Information verloren und bei der Vergrößerung der Stichprobe steigt der Speicherplatzbedarf – und damit die Qualität. Vergleichbar mit Vektorgrafiken ist das MIDI-Format, in welchem insbesondere Instrumententyp, Tonhöhe, -dauer und Lautstärke (vergleichbar mit Noten) beschrieben werden, sodass daraus Musik erzeugt werden kann. Diese der Digitalisierung zugrunde liegenden Verfahren finden wir nicht nur in der Informatik. Stichproben werden in allen möglichen Anwendungskontexten verwendet, z.B. in Meinungsumfragen oder beliebigen anderen Erhebungen; die Darstellung von Sachverhalten durch Modellierung wesentlicher Faktoren ist eine typische wissenschaftliche Vorgehensweise. Deutlich machen diese Beispiele, dass der Kern und der Beitrag der Informatik, und damit auch der informatischen Bildung, sich nicht im Erstellen und Anwenden von Computern und Computersoftware erschöpfen, sondern vor allem die Entwicklung kreativer Lösungsstrategien im Vordergrund steht. Diese Strategien gehen der Implementierung automatisierender Verfahren mithilfe von Computern immer voraus (vgl. auch Abschnitt „Computational Thinking und Kreativität“).

Strategien zur Verarbeitung großer Datenmengen sind in jüngerer Zeit unter dem Stichwort Big Data bekannt geworden. Wie diese genutzt werden können und welche Kompetenzen Schülerinnen und Schüler erwerben können, um Big Data zu verstehen, mit Daten umzugehen und diese zu nutzen, soll im Folgenden betrachtet werden.

Big Data – Verstehen, Bewältigen, Nutzen

Ohne ein Verständnis davon, wie Daten und daraus wiederum Informationen gewonnen werden, ist ein Verständnis von Big Data kaum möglich. Ebenso wichtig scheint auch ein Verständnis davon zu sein, wie große Datenmengen gespeichert und verarbeitet werden. So hat in der „digitalen Gesellschaft“ die Relevanz des bewussten und reflektierten Umgangs mit Daten für jeden Einzelnen stark zugenommen. Durch die allgegenwärtigen vernetzten digitalen Systeme erzeugen und nutzen wir Daten mehrfach täglich und fällen unsere Daten betreffende Entscheidungen. In sozialen Medien werden Daten preisgegeben bzw. geschützt, Telefonbuchkontakte und andere Daten auf dem Smartphone werden mit Servern und über verschiedene Geräte hinweg synchronisiert, persönliche und geschäftliche Daten auf Computern und in der Cloud müssen vor Verlust und vor unberechtigtem Zugriff gesichert werden. Quasi nebenbei hinterlassen wir permanent Metadaten³, meist ohne dass uns dies bewusst ist. Mit dem raschen

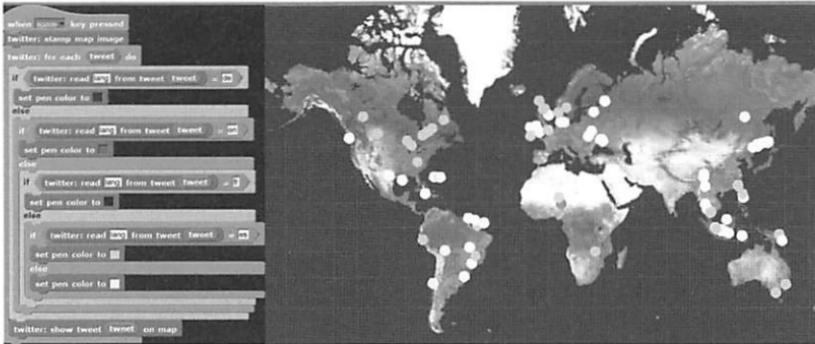


Abb. 1: Visualisierung von Twitter-Metadaten mithilfe der block-basierten Programmiersprache Snap!

Wachstum der Datenmenge (Volume) geht auch eine steigende Geschwindigkeit (Velocity), mit der die Daten generiert und transferiert werden, und eine wachsende Bandbreite der Datentypen und -quellen (Variety) einher. Diese drei Eigenschaften stellen die Kernmerkmale von Big Data dar.

Big Data ist auch für die Medienbildung höchst relevant. Dabei werden Schnittstellen zur Informatik deutlich. So verweist Tulodziecki (2016a, 2016b) beispielsweise auf ein in der Informatikdidaktik der FAU Erlangen-Nürnberg entwickeltes Unterrichtsbeispiel, in welchem die Schülerinnen und Schüler ein Informatiksystem zur Analyse und Auswertung von Datenströmen einsetzen und weiterentwickeln und dabei Grundlagen des Datenmanagements und von Big Data kennenlernen. Tulodziecki (2016b) verdeutlicht, dass anhand dieser informatischen Fragestellungen auch zentrale Fragen der Medienbildung behandelt werden können und sollten. Im Unterrichtsbeispiel lernen die Schülerinnen und Schüler, Daten aus dem Twitter-Datenstrom auszuwerten, zu visualisieren und neue Erkenntnisse zu gewinnen (Grillenberger/Romeike 2015, vgl. Abb. 1). Sie treffen dabei auf potentielle Gefahren von Big Data, lernen aber auch die Chancen und eigenen Gestaltungsmöglichkeiten bei der Verwendung und Auswertung öffentlicher Datenquellen kennen. Hierzu erwerben sie Kompetenzen bezogen auf die Datenanalyse (Klassifikation, Clusterbildung und Assoziation), zur Auswertung von Metadaten, der Echtzeitanalyse von Daten im Internet und zum Monitoring.

Perspektiven auf Phänomene einer von digitalen Medien geprägten Welt

Das Jahr 2016 kann als ein durchaus konstruktives Jahr für die Zusammenarbeit zwischen der Medienbildung und der Informatikdidaktik bezeichnet werden. So fand im Februar 2016 im Schloss Dagstuhl das Seminar „Informatik und Schule“ statt, das sich mit dem Verhältnis von informatischer Bildung und „Digitaler Bildung“ auseinandersetzte und hierzu einen konstruktiven, interdisziplinären Diskurs zwischen Vertretern der Informatik, Informatikdidaktik, Medienpädagogik, Medienbildung, Politik, Schule und Wirtschaft weiterführte. Als Ergebnis des Seminars wurde die gemeinsame „Dagstuhl-Erklärung: Bildung in der digitalen vernetzten Welt“ (GI 2016) veröffentlicht, die auch auf der GMK-Konferenz 2016 diskutiert wurde und einen vielversprechenden Ansatz für den weiteren Diskurs liefert. Digitale Bildung sollte demnach die Phänomene, Artefakte, Systeme und Situationen der „digitalen Welt“, denen Schülerinnen und Schüler begegnen, aus einer anwendungsbezogenen, einer gesellschaftlich-kulturellen und einer technologischen Perspektive in den Blick nehmen. In der folgenden Fachdiskussion wurde das in der Erklärung vorgestellte „Dagstuhl-Dreieck“ (siehe Abb. 2 in dem Beitrag von Zorn auf S. 29 in diesem Band) ausgebaut zu einem „Haus der digitalen Bildung“, welches die genannten Perspektiven mit den Rollen, die digitale Medien in Bildungsprozessen einnehmen können, verzahnt (vgl. Abb. 2). Berücksichtigt werden somit grundlegende Kompetenzen in Bezug auf digitale Medien als Unterrichtsgegenstand, die Anwendung digitaler Medien als Gestaltungsmittel und -gegenstand sowie der Einsatz digitaler Medien als Unterrichts- und Organisationsmittel.

Informatische Bildung behandelt insbesondere die grundlegenden Konzepte, Prinzipien und Ideen der digitalen Welt als Unterrichtsgegenstand. Ziel ist es, Phänomene zu verstehen, zu hinterfragen und korrespondierende Entscheidungen und Auswirkungen beurteilen zu können. Der Einsatz digitaler Medien als Gestaltungsmittel bzw. -gegenstand hat das kreative und produktive Handeln und Gestalten zum Ziel und erfährt seine Anwendung insbesondere in den einzelnen Fachdisziplinen, hat allerdings ein Verständnis der zugrundeliegenden Informatikkonzepte zur Voraussetzung. Diese ermöglichen auch, nicht nur passive digitale Medien zu verwenden (z.B. statische Webseiten, Poster, Blogs), sondern selbst aktive digitale Medien, z.B. durch Programmierung von Apps oder Simulationen, zu gestalten.

Haus der digitalen Bildung

Organisationsmittel
Ziel: Schule verbessern

Unterrichtsmittel
Ziel: Lernprozesse unterstützen

Gestaltungsmittel und -gegenstand
Ziel: Kreatives, produktives Handeln und Gestalten

Unterrichtsgegenstand
Ziel: Erschließen, Hinterfragen, Verstehen und Beurteilen

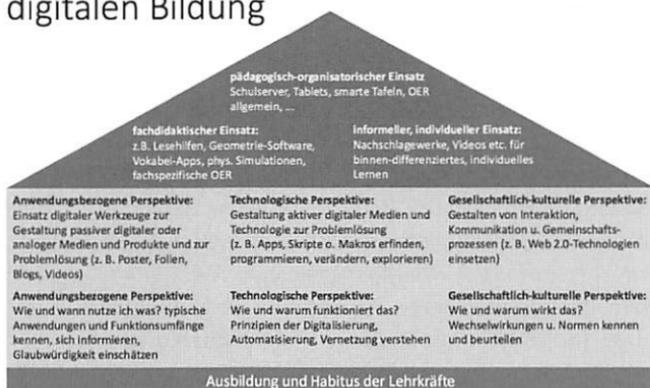


Abb. 2: Haus der digitalen Bildung (vgl. Brinda 2017)

Computational Thinking und Kreativität

Neben der Entwicklung eines fundierten Verständnisses der Phänomene der digitalen Welt zielt informatische Bildung auf die Entwicklung einer besonderen Denkweise, die seit einigen Jahren als „Computational Thinking“ bezeichnet wird (Wing 2006) und in immer mehr Ländern eine wichtige Grundlage für die Einführung informatischer Bildung als Schulfach darstellt (bspw. in Großbritannien ab der 1. Klasse). Computational Thinking (vgl. CAS 2014) betont den Stellenwert des Nachdenkens und Analysierens von Problemen und Problemlösungsstrategien, die der anschließenden Umsetzung mit einem Computer vorausgehen. Hierzu gehören die Anwendung verschiedener in der Informatik zentraler Konzepte wie Logik (analysieren und Voraussagen treffen), Abstraktion (Unwichtiges weglassen), Dekomposition (Komplexität in Teilprobleme zergliedern) und Algorithmisieren (Prozesse automatisieren und nachvollziehen) sowie Arbeitsweisen, die in der Informatik und bei der Nutzung und Gestaltung digitaler Medien gefördert werden. Hierzu zählen Kreativität (Gestalten und Umsetzen von Ideen), Debuggen (Fehler finden und korrigieren), Durchhalten (Probleme meistern lernen) und Kollaboration (zusammenarbeiten). Im Folgenden zeige ich exemplarisch am Beispiel von agilem Projektunterricht und dem kreativen Gestalten mit programmierbaren Mikrocontrollern, wie informatische Bildung die Förderung von Computational Thinking und Kreativität umsetzen kann.

Projektunterricht mit agilen Methoden

Eines der wichtigsten Unterrichtsziele ist es, dass Schülerinnen und Schüler lernen, sich selbstständig Ziele zu setzen, Lösungsstrategien kooperativ zu entwickeln, umzusetzen und dabei auftretende Probleme gemeinsam zu bewältigen. Vor dem Hintergrund der zunehmenden Automatisierung geistiger Routinetätigkeit ist zu erwarten, dass der Stellenwert solcher Kompetenzen noch stärker steigen wird. Eine anerkannte Unterrichtsform zur Förderung dieser Kompetenzen ist der Projektunterricht. Kernziel ist hierbei, dass die Schülerinnen und Schüler ein Produkt entwickeln, Kompetenzen der Selbstorganisation erwerben und in der sozialen Interaktion lernen, gemeinsam Verantwortung zu übernehmen. Unterrichtsprojekte folgen häufig der klassischen Projektmethode nach Frey/Schäfer (1982), nach welcher zuerst die Projektumsetzung ausführlich geplant und anschließend in einer langen Phase realisiert wird. Allerdings sind die schulischen Rahmenbedingungen für so ein Vorgehen eher als projektunfreundlich zu bezeichnen. Die auf wenige Stunden pro Woche verteilte Unterrichtszeit, Überraschungen im Schulalltag (z.B. Krankheit, Hitzefrei, Feiertage), Änderungen in der Zielstellung des Projekts genauso wie die Schwierigkeit der Aufrechterhaltung der Motivation über einen längeren Zeitraum machen innerfachlichen Projektunterricht zu einer Herausforderung und führen nicht selten zum Scheitern.

Im Informatikkontext sind projektartige Arbeitsweisen in der Praxis zentral und auch wissenschaftlich gut untersucht. Vergleichbar mit den skizzierten Problemen im Projektunterricht sind auch aufseiten der Softwarepraxis einige Herausforderungen zu bewältigen. Als Lösungsansatz wurden hierzu vor ca. 15 Jahren sogenannte agile Methoden entwickelt, die mithilfe von konkreten Praktiken helfen, den Prozess besser zu strukturieren und gleichzeitig mehr Flexibilität ermöglichen. Mit dem Ziel, Schülerinnen und Schüler bei der Projektorganisation zu unterstützen und die Ziele des Projektunterrichts besser zu erreichen, haben wir agile Methoden für den Unterricht adaptiert und erproben seit 2013 an verschiedenen Schulen den Einsatz im Informatikunterricht (vgl. Kastl/Romeike 2015). Der Prozess wird hierbei in verschiedene Iterationen gegliedert, die jeweils zu einem als Prototyp vorzeigbaren Zwischenprodukt führen. Anhand eines Projektboards organisieren die Schülerinnen und Schüler das arbeitsteilige Vorgehen, Kommunikationsprozesse werden durch regelmäßige Besprechungen, Reflexionsphasen und paarweises Arbeiten unterstützt.⁴ Eine Evaluation zeigt, dass sich die oben genannten Ziele von Projektunterricht besser mit agilen Methoden erreichen lassen, insbesondere die Förderung der Selbstorganisation und sozialen Kompetenz der Schülerinnen und Schüler. Zudem fiel es den Lehrern leichter, die Projekte zu planen, zu betreuen und zu bewerten. Darüber hinaus zeigte sich, dass die Schülerinnen und Schüler die in den agilen Projekten erworbenen Kompetenzen auch in anderen Fächern anwenden konnten.

Eingebettete Systeme verstehen und gestalten mit Physical Computing

Die Diskussion um digitale Medien bezog und bezieht sich bisher vor allem auf Software, die auf universeller Hardware (z.B. PCs, Tablets, Smartphones) verwendet wird; die Hardware selbst wird in der Regel als gegeben angenommen. Mit der zunehmenden Miniaturisierung und Verbreitung von Mikrocontrollern, die als eingebettete Systeme in den vielfältigsten Gegenständen des täglichen Lebens Anwendung finden, ändert sich allerdings auch das typische Bild von „Computern“. Diese finden sich heute auch in Autos (moderne Autos besitzen über 100 vernetzte Mikrocontroller) und Uhren genauso wie in interaktivem Spielzeug. Auch in Bildungskontexten gewinnen Mikrocontroller zunehmend an Bedeutung. Das Calliope-Projekt (vgl. Humbert/Hilbig 2017) plant, ab Frühjahr 2017 mit dem Calliope mini Grundschulern in ganz Deutschland einen programmierbaren Mikrocontroller zur Verfügung zu stellen mit dem Ziel, dass die Kinder von passiven Nutzern zu aktiven Gestaltern digitaler Medien werden. Auch andere Hardwareplattformen wie Arduino und Raspberry Pi sind inzwischen weit verbreitet und ermöglichen das als Physical Computing bezeichnete kreative Gestalten von interaktiven Objekten mit Hard- und Software. Solche interaktiven Objekte bestehen aus verschiedenen Sensoren, die Daten erfassen (z.B. Lautstärke, Temperatur, Helligkeit) sowie Aktoren (z.B. LEDs, Motoren, Lautsprecher), die auf der Basis der durch die Sensoren erfassten Daten reagieren können.

Physical Computing bietet somit einen (an-) fassbaren Kontext für informatische Phänomene der digitalisierten Welt und ermöglicht Schülerinnen und Schülern informatiktypische Gestaltungserfahrungen: So lernen sie in ihren Projekten, dass Ausgangsprobleme in der Regel zunächst unpräzise sind und Modellierungsentscheidungen getroffen werden müssen. Sie erleben Überraschungen im Projektablauf, die mit gelegentlicher Frustration, vor allem aber auch Erfolg verbunden sind. Durch den interaktiven Charakter des Physical Computing erhalten sie unmittelbare Rückmeldungen und lernen, auch bei Problemen durchzuhalten. Im Unterricht zeigt sich, dass die Schülerinnen und Schüler durch diesen Ansatz motiviert werden. Sie erwerben Schlüsselkompetenzen zum Verständnis der Digitalisierung, z.B. hinsichtlich der Unterschiede zwischen analog und digital, und lernen handlungsorientiert und kreativ dabei die Durchdringung der Lebenswelt mit eingebetteten digitalen Systemen zu verstehen (vgl. Przybylla/Romeike 2013).

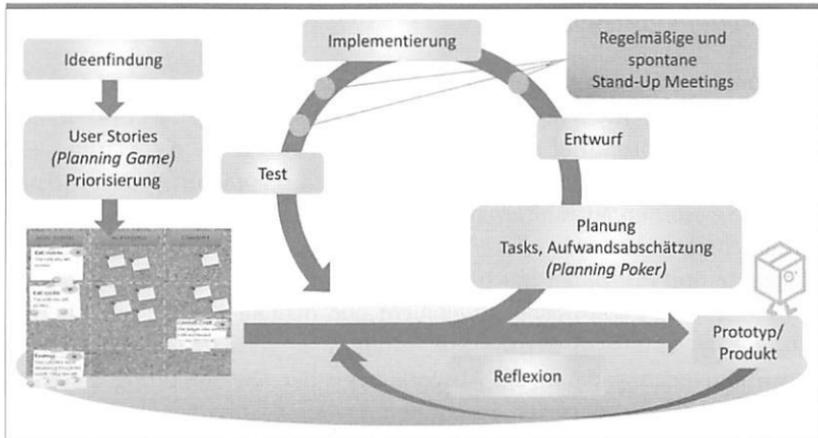


Abb. 3: Projektunterricht mit agilen Methoden

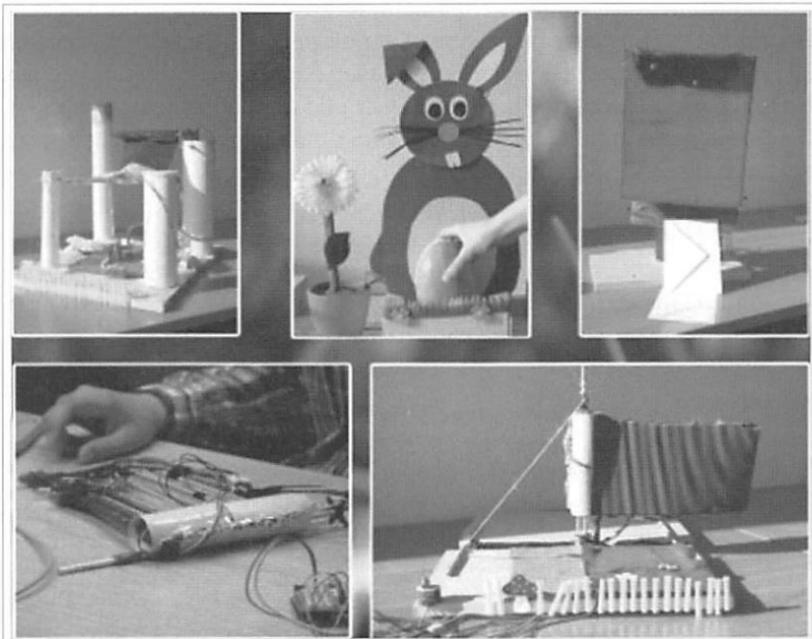


Abb. 4: Schülerergebnisse des Physical Computing: Interaktive Objekte mit eingebetteten Systemen

Zusammenfassung

Die zunehmende Digitalisierung aller Lebensbereiche führt dazu, dass die Schule es sich nicht mehr leisten kann, digitale Medien nur als Unterrichts- und Organisationsmittel einzusetzen, vielmehr muss sie die Klärung von Phänomenen der digitalen, d.h. durch Informatik geprägten Welt ins Auge fassen. So werden auch international in immer mehr Ländern verbindliche Unterrichtsangebote für alle Schülerinnen und Schüler eingerichtet. Die Konzepte und Prinzipien der Informatik liefern die fachliche Basis für solche Angebote. Sie ermöglichen es nicht nur, digitale Medien effektiv und effizient im Unterricht einzusetzen, sondern sie schaffen auch die fachliche Voraussetzung dafür, die Auswirkungen der Digitalisierung einschätzen und fundiert beurteilen zu können. Dadurch, dass Schülerinnen und Schüler im Informatikunterricht die kreative Auseinandersetzung mit digitalen Medien erlernen und Kompetenzen des Computational Thinking z.B. hinsichtlich des selbstorganisierten Lernens erwerben, kann Informatikunterricht für alle Fächer eine wichtige Grundlage legen. Ziel einer „digitalen Bildung“ sollte es letztlich sein, dass in allen Fächern und über die Schule hinaus digitale Medien selbstverständlich und kreativ eingesetzt werden. Die Schülerinnen und Schüler sollten somit die digitale Gesellschaft nicht nur verstehen, sondern auch aktiv mitgestalten können. Im Sinne eines Schulterschlusses zwischen Medienbildung und Informatik scheint es wünschenswert, dass die einzelnen Bezugsdisziplinen ihren konkreten Beitrag zur digitalen Bildung noch deutlicher herausstellen. Die angestoßene Diskussion im Jahr 2016 stimmt optimistisch, dass sich der Diskurs zwischen Medienbildung und Informatik konstruktiv weiterentwickeln wird.

Anmerkungen

- 1 Beispiel in Anlehnung an Stanzl (2010).
- 2 Diese Internetdienste hatten zeitweise Millionen Nutzer, sind heute aber weitgehend irrelevant.
- 3 So werden bspw. GPS-Standort oder Funkzelle des Smartphones, Herkunft, Browsertyp und -einstellungen beim Internetsurfen oder Tweet-Standort, -Sprache, aber auch die genutzte Hintergrundfarbe bei Twitter von den entsprechenden Dienstanbietern gespeichert und ggf. ausgewertet.
- 4 Die Ausgestaltung der verschiedenen Praktiken ist in Romeike/Göttel (2013) beschrieben. Berichte zum Einsatz im Informatikunterricht finden sich in Gallenbacher (2015).

Literatur

- Breier, Norbert (2004): Stand und Perspektive der informatischen Bildung. Vortrag auf der 1. Fachtagung der GI-Fachgruppe Hamburger Informatiklehrerinnen und -lehrer. Abrufbar unter: <https://www.ew.uni-hamburg.de/ueber-die-fakultaet/personen/breier/files/vortrag291004.pdf> [Stand: 15.01.2017].
- Brinda, Torsten (2016): Stellungnahme der Gesellschaft für Informatik zum KMK-Strategiepapier „Bildung in der digitalen Welt“. Abrufbar unter: <https://fb-iad.gi.de/fileadmin/stellungnahmen/gi-fbiad-stellungnahme-kmk-strategie-digitale-bildung.pdf> [15.01.2017].
- CAS Barefoot (2014): Computational Thinking. Abrufbar unter: <http://barefootcas.org.uk/barefoot-primary-computing-resources/concepts/computational-thinking/> [Stand: 15.01.2017].
- Frey, Karl/Schäfer, Ulrich (1982): Die Projektmethode. Weinheim: Beltz.
- Gallenbacher, J. (2015): INFOS 2015: Informatik allgemeinbildend begreifen (16. GI-Fachtagung Informatik und Schule, Darmstadt). Bonn: Köllen.
- GI (Gesellschaft für Informatik e.V.) (2016): Dagstuhl-Erklärung: Bildung in der digital vernetzten Welt. Abrufbar unter: <https://www.gi.de/fileadmin/redaktion/Themen/dagstuhl-erklaerung-bildung-in-der-digitalen-welt-2016.pdf> [Stand: 15.01.2017].
- Grillenberger, A./Romeike, R. (2015): Big-Data-Analyse im Informatikunterricht mit Datenstromsystemen: Ein Unterrichtsbeispiel. In: INFOS, 135-144.
- Honegger, Beat (2016): Mehr als 0 und 1: Schule in einer digitalisierten Welt. Bern: hep Verlag.
- Humbert, L./Hilbig, A. (2017): Calliope – Informatiksystem für Schülerhände – Digitale Kompetenzen mit informatischer Grundlage entwickeln. Abrufbar unter: https://calliope.cc/content/7-lehrer-informationen/calliope4iea_humbert_hilbig.pdf [Stand: 15.01.2017].
- Kastl, P./Romeike, R. (2015): Entwicklung eines agilen Frameworks für Projektunterricht mit Design-Based Research. In: Gallenbacher, J. (Hrsg.): INFOS 2015: Informatik allgemeinbildend begreifen (16. GI-Fachtagung Informatik und Schule, Darmstadt). Bonn: Köllen, 201-210.
- KMK (Kultusministerkonferenz) (2016): Bildung in der digitalen Welt. Strategie der Kultusministerkonferenz. Abrufbar unter: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2016/Bildung_digitale_Welt_Webversion.pdf [Stand: 15.01.2017].
- Przybylla, M./Romeike, R. (2013): Physical Computing im Informatikunterricht. In: Breier, N./Stechert, P./Wilke, T. (Hrsg.): INFOS 2013: Informatik erweitert Horizonte (15. GI-Fachtagung Informatik und Schule, Kiel). Bonn: Köllen, 137-146.

- Romeike, R./Göttel, T. (2013): Agile Projects in High School Computing Education – Emphasizing a Learners Perspective. In: Knobelsdorf, M./Romeike, R. (Hrsg.): Grand Challenges in Primary and Secondary Computing Education (The 7th Workshop in Primary and Secondary Computing Education WIPSCe 2012, Hamburg). New York: ACM, 48-57.
- Schwill, Andreas (1993): Fundamentale Ideen der Informatik. In: Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, 25 (1), 20-31.
- Stanzl, Jochen (2010): Exponentielles Wachstum: Ertrinken in 4 Minuten. Abrufbar unter: <https://www.godmode-trader.de/artikel/exponentielles-wachstum-ertrinken-in-4-minuten,2286650> [Stand: 15.01.2017].
- Tulodziecki, G. (2016a): Big Data als Herausforderung für die Medienpädagogik – Aktuelle Debatten beim GMK-Forum 2015 im „Rückspiegel“. In: Brüggemann, Marion/Knaus, Thomas/Meister, Dorothee M. (Hrsg.): Kommunikationskulturen in digitalen Welten. Konzepte und Strategien der Medienpädagogik und Medienbildung. München: kopaed.
- Tulodziecki, G. (2016b): Konkurrenz oder Kooperation? Zur Entwicklung des Verhältnisses von Medienbildung und informatischer Bildung. In: MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung, 25, 7-25.
- Voss, Siglinde (2006): Modellierung von Standardsoftwaresystemen aus didaktischer Sicht. München: TU München (Dissertation).
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. Communications of the ACM, 49 (3), 33-35.