

## Stellungnahme zum Antrag der Fraktion der Piraten „Bildung hoch vier – Leitlinien einer ,Strategie für die schulische Bildung in der digitalisierten Welt‘“

Prof. Dr. Torsten Brinda, Didaktik der Informatik, Universität Duisburg-Essen

### Vorbemerkung

*Die nachfolgende Stellungnahme ist in großen Teilen wortgleich mit einer Stellungnahme, die ich als Sprecher des Fachbereichs „Informatik und Ausbildung/Didaktik der Informatik“ der Gesellschaft für Informatik (GI e. V.) zur KMK-Strategie „Bildung in der digitalen Welt“ (vgl. KMK 2016) verfasst habe, (vgl. GIAD 2016). Die KMK-Strategie wird darin einerseits für ihre Maßnahmen im Bereich des Lehrens und Lernens mit digitalen Medien begrüßt, andererseits aber auch deutlich kritisiert, da sie darüberhinausgehende Herausforderungen der durch Digitalisierung geprägten Welt ausblendet, insbesondere keinerlei expliziten Bezug zu einer systematischen informatischen Bildung erkennen lässt. Der hier zur Rede stehende Antrag der Piraten-Fraktion skizziert ein breiteres Bildungskonzept, das informatische Bildung für alle **auch** explizit miteinschließt, was explizit zu begrüßen ist. Im Ergebnis stimmt das mit meiner Argumentation in o.g. Stellungnahme überein, so dass ich diese als befürwortenden Beitrag zur Beratung des Antrags nachfolgend in Teilen etwas angepasst und ergänzt habe.*

### Einleitung

Angesichts der stetig voranschreitenden Digitalisierung in allen Bereichen unserer Lebens- und Arbeitswelt ist es höchst begrüßenswert, dass sich der Landtag in Nordrhein-Westfalen mit den daraus resultierenden Herausforderungen für die schulische Bildung befasst. Das Jahr 2016 war bundesweit geprägt durch eine Vielzahl an Initiativen und Konzepten für die Ausgestaltung solcher Bildung. Besondere Beachtung fanden dabei das Strategiepapier der Kultusministerkonferenz zur „Bildung in der digitalen Welt“ (KMK 2016) und die „Bildungsoffensive für die digitale Wissensgesellschaft“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF 2016). Die in beiden Dokumenten beschriebenen strategischen Ziele sowie die damit verbundenen Umsetzungsmaßnahmen im Bereich der Förderung des Lehrens und Lernens mit digitalen Medien in allen Unterrichtsfächern sind notwendig und unterstützenswürdig. Allerdings bleibt speziell die KMK-Strategie in einem wesentlichen Punkt hinter den Notwendigkeiten zurück, die die durch Digitalisierung geprägte Welt nach sich zieht: diese erfordert **nicht nur** eine Veränderung, **wie** junge Menschen in Schule lernen und wie Lehrende den Unterricht gestalten mit allen daraus resultierenden Konsequenzen für die Ausgestaltung schulischer Infrastrukturen, technischer Ausstattung von Lernenden, Verfügbarkeit von hochqualitativen digitalen Lehr-Lern-Medien und Aus-, Fort- und Weiterbildung von Lehrkräften – sondern sie erfordert **auch** eine Weiterentwicklung dessen, **was** alle Schülerinnen und Schüler lernen sollten, um bestmöglich auf die Herausforderungen der Zukunft vorbereitet zu sein. Vor diesem Hintergrund ist das im hier zur Rede stehenden Antrag der Piraten-Fraktion erkennbare Anliegen, einerseits das Lehren und Lernen mit digitalen Medien in allen Fächern zu fördern und aber andererseits auch eine verpflichtende informatische Bildung für alle im vergleichbaren Umfang zu den naturwissenschaftlichen Fächern vorzusehen, ein notwendiger und zukunftsorientierter Schritt.

### Klärung des Begriffs „durch Digitalisierung geprägte Welt“

Das im Antrag (Piraten-Fraktion NRW 2016, S. 1) formulierte Anliegen, den Begriff der „digitalisierten Welt“ zu schärfen, ist wichtig und notwendig. Die KMK-Strategie (KMK 2016) fokussiert diesen Begriff auf die Verwendung von digitalen Medien im privaten und beruflichen Bereich. Genannt werden Smartphones, Anwendungssoftware, Internetzugang, Kommunikationsplattformen etc. Obwohl die genannten Systeme und deren Nutzung konkrete Ausprägungen einer „digitalen Welt“ sind, adressiert deren Betrachtung jedoch nur einen **sehr begrenzten Ausschnitt**. Schon das Spektrum der persönlichen Geräte umfasst zahlreiche weitere Kategorien, wie E-Book-Reader, Media-Player oder Spie-

le-Konsole, Smart Watches, Fitness-Tracker, VR-Brillen oder Smart Wear mit integrierten Sensoren oder Anzeigen. All diese Systeme basieren mit vielfältigen jeweils angebotenen Anwendungen und Apps auf darunterliegenden Betriebssystemen unterschiedlicher Hersteller. Hinzu kommen zahlreiche weitere Systeme, denen wir im Alltag – entweder schon jetzt oder in naher Zukunft – begegnen, wie z. B. digitales Geld, digitale Anzeigen, Internet, eingebettete Systeme, autonome Systeme/Roboter, Smart Mobility/selbstfahrende Fahrzeuge, Malware, Big Data, digitale Steuerungen, mit Techniken der Computergrafik geschaffene Welten in Kinofilmen, digitale Akten, Smart Care, Smart Homes/Houses, Smart Cities und vieles mehr. Der durch diese Technologien ermöglichte Wandel durchdringt auch andere Fachdisziplinen und führt dort zu Innovationen. So ermöglichen bspw. Erkenntnisse aus der Mustererkennung die systematische Analyse von Genomsequenzen in der Biologie mit dem Ziel, den menschlichen Körper besser zu verstehen und Krankheiten heilen zu können, für die es heute noch keine Behandlungen gibt; Erkenntnisse der Spieltheorie werden genutzt, um ökonomische Entscheidungen zu treffen; Erkenntnisse aus dem Bereich der Computergrafik und der Mustererkennung unterstützen medizinische Diagnosen und Eingriffe; komplexe Simulationsmodelle dienen z. B. im Bereich der Strömungsmechanik dazu, Oberflächenformen von Fahr- und Flugzeugen so zu gestalten, dass der Treibstoffverbrauch minimiert wird.

Die durch Digitalisierung geprägte Welt bietet somit weit mehr Herausforderungen, als den Kompetenzerwerb bzgl. digitalen Medien. Wenn es das Ziel ist, junge Menschen auf diese Welt vorzubereiten, dann griffe es zu kurz, den Aspekt der Medienbildung- und -pädagogik daraus für die Allgemeinbildung für alle zu wählen und den Rest auf die fachspezifische berufliche oder hochschulische Bildung zu verlagern. Ausgangspunkt der Begriffsbildung zur digitalen Welt sollte die gesamte Bandbreite an Kategorien von Phänomenen, Situationen, Artefakten und Systemen sein, denen Schülerinnen und Schüler im Alltag persönlich oder in den Medien begegnen (können oder werden) und zu denen sie damit auch selbstkonstruierte Vorstellungen entwickeln (vgl. z. B. Terjung 2016), denen Schule sich dann im Sinne einer didaktischen Rekonstruktion (vgl. Diethelm et al. 2012) widmen sollte.

## **Bildung in der durch Digitalisierung geprägten Welt**

### **1. Ziele**

Der im KMK-Strategiepapier verwendete Bildungsbegriff führt in der Argumentation zu der Kernforderung, digitale Medien in den Unterrichtsprozessen aller Fächer zu verorten. Dieser Forderung kann – ebenso wie der nach einer grundlegenden Transformation von Schulen im Lichte der fortschreitenden Digitalisierung – zwar grundsätzlich zugestimmt werden, allerdings ist sie nicht weitreichend genug und bereitet Lernende damit unzureichend auf die Herausforderungen der „digitalen Welt“ vor.

Der digitale Wandel, der unsere gesamte Gesellschaft, Kultur und Wirtschaft betrifft, wird maßgeblich von Personen **gestaltet**, die **informatisch qualifiziert** sind, Personen, die entweder eine Fachausbildung im Bereich der Informatik oder ein Hochschul- oder Universitätsstudium der Informatik abgeschlossen haben oder sich entsprechende Kompetenzen autodidaktisch angeeignet haben. Dieser Personenkreis entwickelt neue Geräte und Gerätekategorien, zugehörige Betriebssysteme sowie Anwendungen und Apps für vielfältige Zwecke nicht nur des persönlichen Bedarfs. Durch die Bereitstellung von AppStores durch die Entwickler großer Betriebssysteme (wie Windows, macOS, iOS, Android, Linux) wurden Infrastrukturen und Vertriebswege geschaffen, die es heute im Prinzip jedem Einzelnen ermöglichen, Software-Lösungen zu Problemen jedweder Art zu implementieren und darüber verfü- und sichtbar zu machen. Die IKT<sup>1</sup>-Wirtschaft, die diesen Wandel durch Digitalisierung maßgeblich prägt und damit gesellschaftliche, wie auch arbeitsbezogene Prozesse maßgeblich mitgestaltet, beklagt seit Jahren international einen Mangel an entsprechenden Fachkräften – laut Prognosen könnte dieser Mangel national bis zum Jahr 2030 auf 120.000 fehlende Akademiker/-innen angestiegen sein<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> IKT: Informations- und Kommunikationstechnologien

<sup>2</sup> <http://www.it-business.de/fachkraeftemangel-spitzt-sich-zu-a-541910/>

Die Entwicklungen der vergangenen Jahre haben dabei gezeigt, dass es sich bei der fortschreitenden Digitalisierung und Automatisierung keinesfalls um eine kurzfristige Erscheinung handelt, sondern dass dieser Prozess stetig voranschreitet und dabei immer wieder neue Gerätekategorien, Anwendungen und Einsatzszenarios hervorgebracht werden. Auch wenn derzeit der Begriff „Digitalisierung“ die Beschreibung und Diskussion diesbezüglicher Phänomene und Artefakte dominiert und damit den Eindruck von Neuigkeit vermittelt, waren entsprechende Innovationen und die sich daraus ergebenden Konsequenzen auch schon zuvor als „Neue Medien“, „Moderne Informations- und Kommunikationstechnologien“ oder weiter gefasst, als Informatiksysteme, in Betrachtung. Ein Ende dieser Innovationen und technologischen Entwicklungen ist nicht in Sicht. Die konkreten Systeme (Anwendungen und Geräte) sind dabei einem stetigen Wandel (insbesondere durch neue Software-Versionen mit veränderten Benutzungsschnittstellen) unterworfen, wohingegen die zugrundeliegenden Fachkonzepte der Informatik zeitbeständig sind. Viele der oben genannten Systeme und Anwendungen können zwar grundsätzlich als Unterrichtsmedien zur Vermittlung bestimmter fachlicher Zusammenhänge eingesetzt werden, aber nicht alle. Alle diese Systeme basieren aber in ihrer jeweiligen Implementierung auf bestimmten Prinzipien und Grundideen der Informatik, die Begriffe wie Algorithmen, Datenstrukturen und Programmierung zwar einschließen, über diese aber deutlich hinausgehen.

Bezüglich der generellen Ziele von schulischer Bildung besteht dabei weitgehende Einigkeit. Entsprechende Dokumente stellen in unterschiedlichen Akzentuierungen Ziele wie Identitätsbildung, Alltagsbewältigung, Ausbildungsreife, gesellschaftliche Teilhabe, Weltverständnis und ähnliche Kategorien in den Vordergrund (z. B. GFD o.J.). In Ergänzung zu den Fragen und Gestaltungsbereichen, zu denen sich das KMK-Strategie-Papier positioniert, ist allerdings anzumerken, dass es außerordentlich überraschend ist, dass die Verfasser/-innen des Dokuments offenbar der Auffassung sind, dass „Informatik“ in diesem Zusammenhang keine erwähnenswerte Rolle spielt. Anders ist es nicht zu erklären, dass die Informatik, die diese digitale Transformation in Gang gesetzt hat und maßgeblich gestaltet und die auf verschiedenen politischen Ebenen zu digitalen Strategien, digitalen Agenden und nationalen IT-Gipfeln geführt hat, derart unbedeutend für eine Bildung in der „digitalen Welt“ ist, dass sie im gesamten Strategiepapier keiner weiteren Erwähnung bedurfte. Es muss daher an dieser Stelle betont und in Erinnerung gerufen werden, dass

1. die **KMK das Fach Informatik als allgemeinbildendes Fach ansieht**, ländergemeinsame Anforderungen an eine Informatiklehrerbildung in der Sek. I und II definiert (KMK 2015, S. 32ff) und durch die dort dokumentierten fachlichen Anforderungen auch den inhaltlichen Rahmen für das entsprechende Schulfach akzeptiert hat,
2. das **Fach Informatik** in fast allen Bundesländern zumindest **als Wahl- oder Wahlpflichtfach** in den Sekundarstufen I und II verortet ist, in einzelnen Bundesländern, wie Bayern und Sachsen auch mit **Pflichtkomponenten** (vgl. Starruß 2010) und zudem
3. eine Reihe **wissenschaftlicher Arbeiten** existieren, die den **allgemeinbildenden Wert informatischer Kompetenzen** anhand von etablierten Bildungsbegriffen wie den obigen argumentativ nachgewiesen haben (z. B. Witten 2003, Schulte 2013).

Vor diesem Hintergrund ist die **Informatik unstrittig ein allgemeinbildendes Unterrichtsfach** und dies ist auch die Sichtweise der KMK. Digitalisierung wird, wie oben dargelegt, maßgeblich durch Personen mit Informatikkompetenz gestaltet und es existiert bereits ein von der KMK als allgemeinbildend angesehenes Unterrichtsfach Informatik, dessen Unterrichtsgegenstand die technologischen Grundlagen der Digitalisierung darstellen. Daraus ergibt sich ein **Widerspruch**: das bestehende Fach ist als allgemeinbildend akzeptiert, es thematisiert Gegenstände, die inhaltlich in den Gegenstandsbereich des Strategiepapiers gehören, darin wird es aber nicht einbezogen, weil – wie bei den Fachgesprächen in Berlin im Sommer 2016 von den jeweiligen Sitzungsleitern geäußert – man keine Änderungen am Fächerkanon wünsche. **Die Vermeidung schulorganisatorischer Herausforderungen durch Erweiterung des Pflichtfachkanons wird damit über Bildungsanforderungen aus einer sich massiv gewandelten und sich stetig und rasant weiter verändernden Lebens- und Arbeitswelt gestellt. Entsprechende Bedenken waren auch in der Beratung zum Antrag „Informatische Allgemein-**

**„bildung gewährleisten – Pflichtfach Informatik an allen Schulformen einführen“ in NRW im Juni 2016 erkennbar (vgl. ASW 2016).**

In der Dagstuhl-Erklärung zur „Bildung in der digitalen vernetzten Welt“ (Brinda et al. 2016) wurde argumentiert, dass eine umfassend ausgerichtete Bildung 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 muss. Der Ansatz wertschätzt bestehende Sichtweisen wie Benutzerschulung, Medienbildung und Informatikunterricht und hat das Anliegen, diese Sichtweisen in einem kohärenten Gesamtkonzept zu integrieren. Um die o. g. Erscheinungsformen der „digitalen Welt“ Lernenden umfassend zu **erschließen** bzw. zu **verstehen** und damit einen **Beitrag zum Weltverständnis** der Lernenden in Bezug auf die „digitale Welt“ zu leisten, bedarf es damit einer entsprechenden Einnahme aller genannten Perspektiven. Aus *anwendungsbezogener Perspektive* wird dabei hinterfragt, wie und wo bestimmte Systeme zu welchen Zwecken angewendet werden, in *gesellschaftlich-kultureller Perspektive* werden Wirkungen und Wechselwirkungen zwischen System/-en, Individuum und Gesellschaft in den Blick genommen und die Betrachtung von Systemen „von innen“ *aus technologischer Perspektive* gibt Einblick, wie typische Systeme (prinzipiell) intern strukturiert sind und damit funktionieren. Junge Menschen kommen durch die fortschreitende Digitalisierung mit vielfältigen Informatiksystemen in Kontakt. In der Folge entwickeln sie mentale Modelle zu deren Struktur und Wirkprinzipien. Diese selbstkonstruierten Modelle entsprechen nicht immer den wissenschaftlichen Modellen: sie sind oft unvollständig, teilkorrekt, fehlerhaft. Bislang liegen nur wenige empirische Erkenntnisse zu Alltagsvorstellungen von Schülerinnen und Schüler im Informatikbereich vor (z. B. Diethelm und Zumbrägel 2010, Terjung 2016). Weltverständnis und Mitgestaltung erfordern jedoch korrekte Modelle. Das erfordert eine entsprechende Verankerung in der schulischen Bildung und Unterricht durch Lehrkräfte mit entsprechender Fachkompetenz.

Um Lernende weiterhin zu **gesellschaftlicher Teilhabe** in der „digitalen Welt“ und damit zur **aktiven Mitgestaltung** zu befähigen, sollten die genannten Perspektiven erneut und zwar aus gestalterischer Sicht eingenommen werden. Aus *anwendungsbezogener Perspektive* kann dann hinterfragt werden, wie Aufgaben oder Probleme des Alltags unter Verwendung vorhandener Systeme gelöst werden können. Aus *gesellschaftlich-kultureller Perspektive* wird betrachtet, wie Interaktionen zwischen Systemen, Individuen und der Gesellschaft gestaltet werden können und schließlich aus *technologischer Perspektive* wird untersucht, wie Systeme zur Lösung von Problemen entwickelt, d. h. systematisch geplant und anschließend programmiert, werden können.

Diese Sichtweise **schließt die Anwendung von Informatiksystemen als Unterrichtsmittel** in allen Fächern explizit ein, geht aber durch die **Einbeziehung informatischer Kompetenzen**, die im Sinne der gesellschaftlichen Teilhabe eine aktive Mitgestaltung (auch aus technischer Sicht) ermöglichen, deutlich darüber hinaus. Abbildung 1 fasst diese verschiedenen Sichtweisen, die ein **Gesamtkonzept der digitalen Bildung** ermöglichen, zusammen.

Öffentliche Diskussionen zum Stellenwert und zur Einbeziehung informatischer Kompetenzen in die Bildung zeigen, dass wortführende Akteure ein weitgefächertes, zum Teil von den wissenschaftlichen Definitionen erheblich abweichendes **Verständnis der Terminologie** haben (IBI 2016). So wird bspw. der **Begriff Informatik** von manchen Akteuren auch für die Verwendung digitaler Medien in Bildungsprozessen eingesetzt, ebenso wie für Fragestellungen der Anwenderqualifizierung bzgl. Standardsoftware. Wieder andere assoziieren damit Fragestellungen der Rechneradministration oder der Programmierung. Auch wenn hierbei jeweils computerbasierte Systeme beteiligt sind, handelt es sich bei der **Informatik** in Abgrenzung um eine **wissenschaftliche Disziplin**. Handelnde Akteure fordern gelegentlich in Konzeptpapieren auch, dass „Algorithmen“ oder „Datenstrukturen“ in die Schule zu integrieren seien und verwenden diese Begriffe scheinbar als Repräsentanten der Disziplin. Auch wenn die dahinterliegenden Fachkonzepte zweifelsfrei innerhalb der Disziplin große Bedeutung besitzen, sind sie jedoch kaum isoliert so betrachtbar, dass damit auch ein systematischer Aufbau informatischer Kompetenzen möglich wäre. Vergleichbar wäre das Anliegen, in der Mathematik den

Funktions- oder – oder sogar nur – den Mengenbegriff zu thematisieren. *Beide* Fachkonzepte sind disziplinär zentral – es gibt jedoch weitere wichtige Konzepte wie z. B. das Konzept der Wahrscheinlichkeit, das auch wiederum auf die Begriffe Funktion und Menge zurückgreift.

## Haus der digitalen Bildung



Abbildung 1: Haus der digitalen Bildung<sup>3</sup>

Die **Informatik** ist die „Wissenschaft der systematischen Verarbeitung von Informationen, insb. der automatischen Verarbeitung mit Hilfe von Digitalrechnern“<sup>4</sup>. Sie befasst sich mit Prinzipien und Verfahren, die dem Verständnis und der Modellierung automatischer Informationsverarbeitung zugrunde liegen und deren Anwendung bei der Entwicklung von Computersystemen (vgl. GI 2005), und ist eine akademische Disziplin (CASWG 2012, S.3). Im anglo-amerikanischen Sprachraum wird die zugrundeliegende und zu vermittelnde Denkweise als „**Computational Thinking**“ (Wing 2006) bezeichnet, eine Denkweise, die über Hard- und Software hinausgeht und einen Rahmen bereitstellt, um Systeme und Probleme zu betrachten<sup>5</sup>. Begriffe wie Informatik, Informatics, Computer Science, Computing, Information Technology, Digital Literacy etc. werden nicht nur national, sondern auch international teilweise mit erheblich unterschiedlicher Semantik verwendet, teilweise werden bestimmte Begriffe als Oberbegriffe für andere verwendet (CASWG 2012, S. 3). Eine Analyse von umfangreichen Länderfallstudien ergab, dass bestimmte Begriffspaare (wie z. B. Informatics und ICT) in unterschiedlichen Nationen teilweise sogar mit komplementärem Begriffsverständnis verwendet werden (vgl. Hubwieser et al. 2015).

Die Vermittlung **informatischer Kompetenzen** und die im KMK-Strategiepapier fokussierte **Bildung bzgl. digitaler Medien** sind also im Wesentlichen einander ergänzende Felder, die im Sinne obigen Modells wesentlich voneinander profitieren können. Während die Informatik das Anliegen verfolgt, Lernenden die Wirkprinzipien der „digitalen Welt“ zu erschließen und ihnen Möglichkeiten zu deren aktiver Mitgestaltung zu eröffnen, verfolgt die Medienbildung im Kern das Ziel, Lernende zu kompetenten und reflektierten Anwendern bestehender Informatiksysteme zu machen (CASWG 2012, S. 4). **Beide Aspekte sind für eine Bildung in der durch Digitalisierung geprägten Welt wichtig und zentral.** Auch wenn die Werbung propagiert, dass es „für alles eine App gibt“, müssen wir junge Menschen auf eine Welt vorbereiten, die noch nicht existiert, unter Einbeziehung von Technologien, die

<sup>3</sup> Die Abbildung basiert auf einem Arbeitsdokument der Autorinnen und Autoren der Dagstuhl-Erklärung, in dem eine ergänzte Langfassung als Empfehlung verschiedener Fachgesellschaften erarbeitet wird.

<sup>4</sup> <https://de.wikipedia.org/wiki/Informatik>

<sup>5</sup> <http://csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/CompThinkingFlyer.pdf>

noch nicht erfunden wurden, und die technische und ethische Herausforderungen mit sich bringen, derer wir uns noch nicht bewusst sind (CASWG 2012, S. 3). ***Eine umfassende Bildung in der durch Digitalisierung geprägten Welt muss daher Digitalisierung auch aus informatischer Perspektive als Unterrichtsgegenstand in den Blick nehmen.***

In diesem Zusammenhang wird gelegentlich die Frage gestellt, warum Kenntnisse aus der Informatik erforderlich seien, wenn das Ziel doch „nur“ die kompetente Nutzung von Informatiksystemen sei und keine entsprechende berufliche Laufbahn im Bereich der Informatik angestrebt werde. Diese Frage ließe sich völlig analog auf alle übrigen Schulfächer übertragen, z. B.: Warum muss man Gedichte interpretieren können, wenn man kein Germanist werden will? Warum muss man Geraden mit Ebenen in der Mathematik schneiden können, wenn man keine Mathematikerin werden will? Warum muss man das Rechnen von Hand lernen, wenn man später einen Taschenrechner benutzen kann? Warum muss man singen können, wenn man kein Musiker werden will? Warum muss man den Körperbau von Tieren im Detail analysieren, wenn man keine Tierärztin werden will? Warum muss man Reaktionen von Phosphor und Wasser untersuchen, wenn man kein Chemiker werden will? Warum muss man eine zweite Fremdsprache erlernen, wenn man die persönliche Zukunft im eigenen Land sieht? Warum muss man wissen, wie die Französische Revolution verlaufen ist, wenn man keine Historikerin werden möchte? Warum muss man die historische Entwicklung von Städten anhand von Stadtplänen nachvollziehen können, wenn man die Stadt nur besuchen und kein Stadtgeograph werden möchte? usw. In Bezug auf das Fach Deutsch könnte man ferner argumentieren, dass es doch ausreichend sei, sich mündlich artikulieren und einfache Texte er- und verfassen zu können. Dennoch setzt sich der Fachunterricht analytisch mit verdeckten Absichten von Verfassern auseinander, werden komplexe Texte verschiedenster Kategorien geplant und erstellt. Dies, um Schülerinnen und Schülern die deutsche Sprache und die damit verbundenen Gestaltungsmöglichkeiten in voller Breite zu erschließen, gleichwohl wissend, dass die meisten Schülerinnen und Schüler nach ihrem Abschluss keine Karriere im Bereich der Germanistik anstreben. Es geht also darum, die ***Welt zu verstehen*** und die jeweils fachlichen Grundlagen für eine ***Mitgestaltung der Welt*** zu legen. Durch das fachspezifische ***Gestalten*** ergibt sich ein eigener Zugang zur jeweiligen Disziplin. Alle obigen Fragen ließen sich daher bspw. mit Bezugnahme auf übergeordnete Bildungsziele wie z. B. „gesellschaftliche Teilhabe“ und/oder „Weltverständnis“ beantworten.

Für die aus Sichtweise der ***Informatik*** im Zusammenhang einer umfassenden Bildung für eine von Informatiksystemen geprägte Welt zu erwerbenden ***Kompetenzen***, die im Sinne der Dagstuhl-Erklärung (Brinda et al. 2016) im Wesentlichen ***der technologischen Perspektive*** zuzuordnen wären, haben Arbeitsgruppen der Gesellschaft für Informatik e. V. unter Mitwirkung zahlreicher Informatikdidaktiker/-innen und Informatiklehrkräfte in jeweils mehrjährigen und partizipativen Prozessen Empfehlungen für Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufen I und II erarbeitet (GI 2008, 2016). Ein entsprechendes Dokument für die Primarstufe ist derzeit in Arbeit. Die von Lernenden zu erwerbenden Kompetenzen werden darin in einem zweidimensionalen Modell mit Inhalts- und Prozessdimension strukturiert, wobei sich die Inhaltsbereiche aus dem Prozess der automatischen Informationsverarbeitung ergeben und die Prozessbereiche aus dem systematischen Problemlösungsprozess (vgl. GI 2008, S. 11f). Im Ergebnis führte dies zu dem Strukturmodell, das Abb. 2 zeigt. Diese Struktur der Bildungsstandards Informatik wurde bei der Novellierung von Informatik-Lehrplänen der Bundesländer seit 2008 (auch bei den neuen Kernlehrplänen in NRW für Informatik in der gymnasialen Oberstufe<sup>6</sup> (2013) und in der Sek. I an Real-<sup>7</sup> und Gesamtschulen<sup>8</sup> (2015)) aufgegriffen, so dass sie in entsprechenden Wahl- und Wahlpflichtfächern verbreitet verankert wurde. Die Vorstellung bzgl. der im Informatikunterricht zu vermittelnden Kompetenzen geht damit deutlich über die Ansätze in den Anfängen in den 70er- und 80er-Jahren hinaus, in denen man zunächst Hardwarefragen, Algorithmen, Anwendungen isoliert betrachtet hatte (Cyranek et al. 1997). Moderne Ansätze gehen von

<sup>6</sup> [http://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp\\_SII/if/KLP\\_GOST\\_Informatik.pdf](http://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_SII/if/KLP_GOST_Informatik.pdf)

<sup>7</sup> [http://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp\\_SI/RS/wp-if/KLP\\_RS\\_WP\\_Informatik\\_Endfassung.pdf](http://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_SI/RS/wp-if/KLP_RS_WP_Informatik_Endfassung.pdf)

<sup>8</sup> [http://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp\\_SI/GE/wp-if/KLP\\_GE\\_WP\\_Informatik\\_Endfassung.pdf](http://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_SI/GE/wp-if/KLP_GE_WP_Informatik_Endfassung.pdf)

Problemen der Lebenswelt aus und erschließen daran die dahinterliegenden fachlichen Konzepte (vgl. Hubwieser 2007, Magenheimer 2001, Koubek o.J.).



**Abbildung 2: Inhalts- und Prozessbereiche der Bildungsstandards Informatik (GI 2008, 2016)**

Es zeigt sich also, dass es im Sinne einer Bildung in der durch Digitalisierung geprägten Welt relevante Kompetenzen aus dem Bereich der Informatik gibt, die in der Allgemeinbildung für alle verankert werden sollten. Bzgl. deren Konkretisierung sei auf die Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufen I und II verwiesen (GI 2008, 2016). Diese Kompetenzen sollten daher zusätzlich zu den in der KMK-Strategie bereits verorteten in einem ausgewogenen Verhältnis in der Ausgestaltung in NRW ergänzt und ebenfalls verbindlich gemacht werden.

### **Verortung und Verbindlichkeit**

Das KMK-Strategiepapier beschränkt sich in der diesbezüglichen Betrachtung auf einen integrativen Ansatz, in dem digitale Medien in allen Unterrichtsfächern eingesetzt werden. Unter der Annahme der Relevanz auch informatischer Kompetenzen zum Erfüllen des Bildungsauftrags von Schule in der „digitalen Welt“ stellt sich die Frage nach deren Verortung. Die Dagstuhl-Erklärung (Brinda et al. 2016) forderte dazu, eine Integration in alle Fächer und einen „eigenständigen Lernbereich“ zu kombinieren, wobei die Kompetenzen in den Fächern und dem eigenständigen Lernbereich spiralig über alle Jahrgangsstufen hinweg erfolgen sollten (ebd.). Auch wenn der „eigenständige Lernbereich“ in der Dagstuhl-Erklärung organisatorisch nicht näher definiert wurde, ist klarzustellen, dass damit etwas von Fächerintegration *Unterscheidbares* gemeint war, welche separat ausgeführt wurde<sup>9</sup>. Damit sollte zum Ausdruck gebracht werden, dass an bestimmten Kompetenzen in angemessener Weise fächerintegriert gearbeitet werden kann, insbesondere dort, wo das jeweilige fachspezifische Lernen im Vordergrund steht, dass es aber andererseits Kompetenzen gibt, die (vermutlich) nicht fächerintegriert in angemessener Weise erworben werden können, die eine über das Lernen im jeweiligen anderen Fach hinausreichende Auseinandersetzung und Strukturierung fachlicher Zusammenhänge mit eigener disziplinärer Systematik erfordern. Hierbei wurde im Kern an entsprechende Konzepte aus dem Bereich der Medienbildung und der Informatik gedacht.

Zur Einbeziehung informatischer Kompetenzen kommen grundsätzlich Modelle wie Fächerintegration, eigenes (Pflicht-)Fach, Projekte/AGs, außerschulische Angebote in Betracht.

### **1. Fächerintegration**

Bei der Integration neuer Kompetenzziele in bestehende Unterrichtsfächer bei gleichbleibender Unterrichtszeit stellen sich eine Reihe von Fragen. Die Lehrenden des jeweiligen Faches müssen dazu bereit sein, entsprechende Kompetenzen zu integrieren oder extrinsisch dazu motiviert werden können. Weiterhin müssen sie dazu in der Lage sein, sich selbst oder mit Hilfe die entsprechenden Kom-

<sup>9</sup> In der Ausschuss-Beratung oben referenzierten Antrags im Juni 2016 (vgl. ASW 2016) wurde von einzelnen Akteuren eine andere Interpretation des Dokuments benutzt. Diese entspricht jedoch nicht dem Anliegen der Verfasser/-innen.

petenzen in einer Weise derart anzueignen, dass sie sicher dazu eigenen Unterricht gestalten können. Großangelegte internationale Studien zur Integration der Arbeit mit digitalen Medien in allen Unterrichtsfächern belegen, dass dieser Ansatz in der Breite bislang nicht gelang (Plomp et al. 2009, Bos et al. 2014). Es bleibt damit in diesem Bereich bislang dem Zufall überlassen, was bei den Lernenden ankommt, was im Sinne der **Sicherung der Chancengleichheit** für alle Lernenden problematisch ist. Die Verbindlichkeit fächerintegrierter Kompetenzen ließe sich durch Nutzung der output-bezogenen Steuerungsmöglichkeiten des jeweiligen Landes (z. B. entsprechende Standards, zentrale Lernstandserhebungen, zentrale Prüfungen) erhöhen. Fehlentwicklungen könnten so entgegengewirkt werden. Da die einzelne Schule bei zentralen Lernstandserhebungen i. d. R. nur im Abstand mehrerer Jahre erreicht wird, sind nachweisliche Veränderungen – auch gegen den Willen einzelner Lehrkräfte – allerdings ein langwieriger Prozess.

Im Falle einer Fächerintegration müssten dann konsequenterweise mediale und informatische Kompetenzen auf diesem Wege überprüft werden, diese Kompetenzen berücksichtigende und stets zu aktualisierende schulinterne Curricula zwecks Standardisierung gestaltet werden. Was für den Einsatz von digitalen Medien bislang offenbar schon eine nicht in der Breite zu meisternde Herausforderung darstellte, dürfte im Falle der Integration von Informatikkonzepten trotz einzubeziehender Output-Steuerung nahezu aussichtslos sein. Während die Integration von digitalen Medien „nur“ deren verständige und didaktisch reflektierte Anwendung aus der jeweiligen Fachperspektive erfordert und insofern „nur“ eine Erweiterung der zur Vermittlung bestimmter Kompetenzen zur Auswahl stehenden Unterrichtsmittel darstellt<sup>10</sup>, es aber immer noch um das Lehren und Lernen im jeweiligen Unterrichtsfach geht, erfordert eine **Einbeziehung von Informatikkonzepten eine völlig neue, fachfremde Perspektive**.

Damit soll nicht in Abrede gestellt werden, dass es schon jetzt und auch in NRW eine Vielzahl von Lehrerinnen und Lehrern anderer Fächer gibt, die informatische Kompetenzen in ihren jeweiligen Fächern verorten oder entsprechende Zusatzangebote unterstützen. Das ist – sofern fachlich kompetent unterrichtet – grundsätzlich positiv – allerdings wesentlich durch die Motivation, die spezifische Qualifikation und das Engagement dieser Personen determiniert und es darf mehr als bezweifelt werden, dass eine Mehrzahl von Lehrerinnen und Lehrern anderer Fächer dafür Begeisterung entwickeln würde und könnte, insbesondere vor dem Hintergrund, dass diese sich ja bewusst für ihre jeweilige Fächerkombination entschieden haben. Weiterhin kann keinerlei systematische Aussage über die informatische Qualifikation der in diesem Bereich fachfremd Unterrichtenden getroffen werden und inwieweit damit Zielsetzungen informatischer Bildung verfolgt und erreicht werden.

Um eine für die Schule einigermaßen vollständige Sichtweise auf die Informatik zu erhalten, ist im Rahmen der **Lehrerausbildung** der Besuch von Universitäts-Lehrveranstaltungen aus den Bereichen *Programmierung, Algorithmen und Datenstrukturen, Modellierung, Software Engineering, Datenbanken, Rechnernetze, Betriebssysteme, Rechnerarchitektur, Formale Sprachen und Automaten, Informatik und Gesellschaft, Fachdidaktik Informatik* (vgl. KMK 2015, S. 32ff) etc. erforderlich – kurzum ein vollständiges Informatiklehramtsstudium, das als zusätzliches drittes Fach studiert werden müsste. Eine reduzierte Auswahl einzelner Veranstaltungen griffe jeweils einzelne Teilaspekte heraus, die Wirkprinzipien und die Gestaltung von Informatiksystemen, deren Wechselwirkungen mit der Gesellschaft und die Vermittlung entsprechender Konzepte erschließen sich jedoch erst in der Vollständigkeit. Ansätze, wie sie an der Universität Wuppertal existieren, wo alle Lehramtsstudierenden aller Fächer eine Basisausbildung in Informatik erhalten, sind als Ergänzung des fächerübergreifenden Bereichs zu begrüßen, können aber aufgrund des geringen Umfangs (4 SWS) kein vollständiges Informatikstudium ersetzen. Das Erreichen der in den Bildungsstandards Informatik (GI 2008, 2016) definierten Kompetenzziele ist dadurch nicht zu gewährleisten, allerdings kann es Lehrkräften aller Fächer die Möglichkeit geben, Bezugspunkte des jeweiligen Fachs zur akademischen Disziplin Informatik zu erkennen und unterrichtlich, ggfs. gemeinsam mit Informatiklehrkräften, aufzugreifen.

Die Einbeziehung neuer Kompetenzen in ein bestehendes Fach bei gleichbleibender Unterrichtszeit wirft zudem zwangsläufig auch die Frage auf, **welche anderen Inhalte dafür reduziert werden soll-**

---

<sup>10</sup> Allein dies stellt schon eine große Herausforderung dar. Lt. (D21 2016, S. 14) ist die Smartphone-Nutzung unter Schüler/-innen verbreiteter als unter Lehrkräften.



**ten.** Während die Einbeziehung digitaler Medien „nur“ eine andere mediale Aufbereitung des Lehr-Lern-Prozesses bedeuten würde, zöge die Einbeziehung informatischer Kompetenzen im Sinne der Bildungsstandards tatsächlich die Auseinandersetzung mit fachfremden Inhalten nach sich, für welche Platz geschaffen werden müsste, was die Bereitschaft sicherlich mindern dürfte. Insofern stellt sich hier dieselbe Frage, die auch bei einem Pflichtfach zu beantworten wäre.

## 2. Eigenes (Pflicht-)Fach

Die **Gründe** für ein eigenes Pflichtfach sind im Wesentlichen gesellschaftlicher, kultureller und ökonomischer Natur (vgl. Webb et al 2015). Aus *gesellschaftlicher Sicht* ist es wünschenswert, junge Menschen zur aktiven Mitgestaltung der Gesellschaft auch aus technologischer Perspektive zu befähigen und sie nicht nur zu passiven Konsumenten von Technologie zu machen. Dazu gehört auch, die neuen technischen Möglichkeiten im Hinblick auf ihr Potenzial zur Erhöhung unserer Produktivität anzuerkennen und zu fördern. Medien und Werkzeuge dienen und dienen oft als Verstärker menschlicher Fähigkeiten (vgl. Guzdial 2016, S. 6-8). Ein Hammer verstärkt die Möglichkeiten der Hand, ein Fahrzeug die der Beine, durch Texte ergeben sich neue Möglichkeiten des Selbstaudrucks und des Denkens. Viele Menschen werden zukünftig im privaten, wie im beruflichen Bereich mit Programmierung in Berührung kommen und selbst in einem gewissen Umfang programmieren – allerdings ohne selbst Software-Entwickler/-in zu sein oder zu werden. „Programmieren zu erlernen“ bedeutet daher nicht, Systeme wie MS Office oder Facebook programmieren zu können, genauso wenig, wie „Schreiben lernen“ dazu befähigt, einen 800-seitigen Weltbestseller zu verfassen. Informatisch gebildete Menschen können sich umfassender, d. h. auch mit Mitteln der Informatik ausdrücken und erhalten damit weitergehende Handlungsmöglichkeiten, was zur Steigerung ihres Produktivitätspotenzials beiträgt. Uninformierte Entscheidungen hingegen führen zu gesellschaftlichen Kosten durch verlorengegangene Produktivität. Verschiedene Bitkom-Studien haben gezeigt, dass sowohl Schülerinnen und Schüler<sup>11</sup>, als auch deren Eltern<sup>12</sup> und Lehrkräfte<sup>13</sup> verpflichtenden Informatikunterricht befürworten. In einem aktuellen Konzeptpapier zur Gestaltung informatischer Bildung im amerikanischen Raum heißt es: „In the digital age you can either program or be programmed“ und „In our digital age computers are both the paint and the paintbrush. Computer Science education creates the artists.“<sup>14</sup>. Die Befähigung zu aktiver Mitgestaltung ermöglicht die Einnahme von Führungspositionen und damit die Mitgestaltung und Innovation der Gesellschaft. Alle so Qualifizierten können als gut informierte Bürger/-innen selbst entscheiden, welche Rolle sie in der Gesellschaft einnehmen möchten. Aus *kultureller Perspektive* geht es darum, Menschen dazu zu befähigen, den kulturellen Wandel aktiv mitzugestalten und diesen nicht einfach als gegeben hinzunehmen und das Leben entsprechend auszurichten zu müssen. In *ökonomischer Hinsicht* besteht im IKT-Bereich in Deutschland wie auch international ein großer Bedarf an Fachkräften. Damit das Land international wettbewerbsfähig bleibt in einer Welt, die zunehmend durch Informatiker/-innen geprägt wird (vgl. WGIE 2013, CASWG 2012), ist es erforderlich, jungen Menschen mehr als bisher auch berufliche Laufbahnen in diesem Bereich zu eröffnen. Das erfordert, dass mehr Schülerinnen und Schüler als bislang auch im Bereich der Informatik Kompetenzen erwerben, die Disziplin in Analogie zu anderen in der Schule vertretenen kennenlernen und diesbezügliches Interesse und Selbstvertrauen entwickeln können. Da grundsätzliche Fachaffinitäten bereits in der Grundschule und in Kindertagesstätten angelegt werden, muss entsprechend früh im Curriculum begonnen werden. Die internationale Betrachtung zeigt, dass entsprechende Fachkompetenzen in immer mehr Ländern verpflichtend verortet werden (vgl. McCartney et al. 2014, 2015, Hubwieser et al. 2015).

Weiterhin bietet ein eigenes Fach die Möglichkeit, die **fachlichen Konzepte zu systematisieren**, zu strukturieren und zu vernetzen und damit in ein Gesamtbild einzuordnen. Lehrkräfte, die Informatik nicht als eigenes Fach studiert haben, können dies nicht leisten, da sie – selbst wenn sie eine Basisqualifikation in Informatik erhalten haben sollten – nur einen sehr eingeschränkten Blick auf die dis-

---

<sup>11</sup> <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Schueler-wuenschen-sich-ein-Pflichtfach-Informatik.html>

<sup>12</sup> <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Informatik-Unterricht-soll-Standard-werden.html>

<sup>13</sup> <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Mehrheit-der-Lehrer-fordert-Informatik-als-Pflichtfach.html>

<sup>14</sup> <http://www.k12cs.org>

ziplinären Zusammenhänge haben können. Diese fachliche Einordnung und Strukturierung ergibt sich keinesfalls von alleine und die bei den KMK-Fachgesprächen in Berlin verwendete Metapher von Folien, die fachspezifische Anknüpfungen enthalten und die dann „übereinander gelegt“ werden, um so ein „Gesamtbild“ zu ermöglichen, versagt schon im Bild selbst, da der „Durchblick“ schon nach wenigen übereinander gelegten Folien behindert wird und der „Überblick“ vollends verloren geht. In diesem Zusammenhang sei auch noch einmal der Vergleich zum Fach Deutsch gezogen, das im Fächerkanon etabliert ist, obwohl in allen Fächern (bis auf den Fremdsprachen) Deutsch auch die jeweilige Unterrichtssprache ist und entsprechende Sachtexte in unterschiedlichen Erscheinungsformen eine Rolle spielen. Dennoch werden im Fach Deutsch die deutsche Sprache an sich und Texte vielfältiger Kategorien nicht nur analysiert, sondern auch produziert, um eben nicht nur „Konsument“ deutscher Sprachartefakte zu sein (d. h. lesen zu können), sondern solche auch selbst erstellen (d. h. schreiben) zu können. Um verständiges Lesen zu fördern, befasst man sich bspw. mit syntaktischen und grammatikalischen Strukturen und untersucht den Aufbau und spezielle Eigenheiten typischer Textkategorien (z. B. Verfasserintentionen). Weiterhin werden eigenständig Texte verschiedener Kategorien verfasst (z. B. Aufsatz, Erörterung, Begriffsdefinition). Damit ergibt sich eine Verknüpfung der Systematik im Fach Deutsch mit einer Anwendung deutscher Sprache in (fast) allen anderen Fächern. Diese Analogie lässt sich auf die hier geführte Argumentation gut übertragen. Entsprechend sollte es das Ziel sein, Fächerintegration und eigenes Fach miteinander zu kombinieren, um den jeweiligen Anwendungskontext im bestehenden Fach sowie die Systematik im eigenen Fach zu ermöglichen. Das Arbeiten mit digitalen Medien in den Fächern bietet dabei auch fachspezifische Anknüpfungspunkte zur Informatik, z. B. Funktionsweise von Halbleitern in Physik, Audiokompressionsverfahren in Musik. Das Fach Informatik baut eine systematische innere Struktur analog zum Fach Deutsch auf und kann damit Querbezüge zu fachspezifischen Bezügen einordnen. Das ist förderlich für den Aufbau entsprechender Wissensstrukturen bei den Lernenden. Die jeweiligen Fachlehrkräfte ohne Kombinationsfach Informatik können das nicht leisten, da ihnen der dazu erforderliche disziplinäre Überblick über die Informatik fehlt. Insofern sind sowohl die Fächerintegration als auch ein eigenes Fach erforderlich. Ansätze, die einseitig auf Fächerintegration oder ein separates Fach fokussieren, greifen dsbzgl. zu kurz.

**Gegen ein Wahlfach** spricht, dass deren Wahl und Zustandekommen stark abhängig von lokalen Kontexten und darin stattfindenden Beratungen ist. Durch Wahl-/Wahlpflichtfächer sind ein kontinuierliches Arbeiten und ein systematischer Kompetenzaufbau für alle Schülerinnen und Schüler nicht möglich. Gemäß der offiziellen Schulstatistik in NRW wurden im Schuljahr 2015/16 über alle allgemeinbildenden Schulformen hinweg weniger als 20% der Schüler mit Informatikunterricht erreicht (Jgst. 5: 12,5%; Jgst. 6: 8,6%; Jgst. 7: 15,8%; Jgst. 8: 20,9%; Jgst. 9: 19,0%; Jgst. 10: 16,7%). Fortgeschrittene Angebote sind daher mit einem großen Spektrum an fachspezifischen Kompetenzen konfrontiert, was die Binnendifferenzierung erheblich erschwert und dazu führt, dass entsprechende Kurse schnell wieder abgewählt werden. So liegen bspw. im Schuljahr 2015/16 die Schülerzahlen im Fach Informatik (Q1) 35,8% unter den Zahlen des Schuljahrs 2014/15 (EF). Prozentual ist das die höchste Abwahlquote unter allen naturwissenschaftlichen Fächern (Biologie: 8,2%; Chemie: 29,2%; Physik: 23,54%). Die abstrakten Inhalte der Informatik stellen hohe Anforderungen an die intellektuelle Leistungsfähigkeit der Lernenden. Diese sind dazu aber nur bereit in einem Fach, das formal Fächern mit ähnlichen Anforderungen gleichgestellt ist.

Bei einer verpflichtenden Verortung kommt immer wieder die Frage auf, woher denn die **Stunden** dafür kommen sollen. Modelle, die hierbei diskutiert werden, sind eine mögliche Reduzierung von Ergänzungsstunden in der Sek. I, die Ausweitung der Stundentafel, die Reduktion mehrerer Fächer in geringem Umfang, das Streichen eines anderen Unterrichtsfachs. Da alle etablierten Fächer aus gutem Grunde im Fächerkanon verortet wurden, ist das vollständige Streichen eines Faches derzeit keine vertretbare Option. Dort, wo internationale Schulleistungsstudien signifikante Defizite deutscher Schülerinnen und Schüler diagnostiziert haben, sind Reduktionen sicher auch nicht zu vertreten, wobei es Unterschiede zwischen den Bundesländern gibt, so dass Lösungen jeweils die Rahmen-

bedingungen des Bundeslandes berücksichtigen müssen. Eine zu den Rahmenbedingungen des jeweiligen Landes passende Mischform der übrigen Alternativen wäre aus hiesiger Sicht vertretbar.

Nachfolgend sei noch auf einige sich stets wiederholende **Diskussionspunkte** eingegangen:

- Kritiker des Fachansatzes führen an, dass auch Fächer für „Glück“, „Frieden“ u.a. gefordert würden und eine **Ablehnung neuer Fächer** schon aufgrund der Vielzahl solcher Anfragen geboten sei. Dem ist zu entgegnen, dass die Informatik im Gegensatz zu den o.g. Konzepten eine eigenständige akademische Disziplin ist und sie darüber hinaus – ebenfalls im Gegensatz – zu den meisten entsprechenden Konzepten bereits im Schulcurriculum verankert und als allgemeinbildendes Fach akzeptiert ist (vgl. KMK 2015). Das belegt, dass dem Fach offenbar bereits ein anderer Stellenwert zugestanden wurde. Die Beharrung auf einem Fächerkanon, der aus einer Zeit vor der Digitalisierung stammt, ist absolut nicht zeitgemäß und verschließt die Augen vor relevanten Bildungsnotwendigkeiten.
- Weiterhin wird befürchtet, dass Lehrkräfte anderer Fächer dann die **Auseinandersetzung mit digitalen Medien an ein solches Fach delegieren** und den entsprechenden Wandel damit selbst vermeiden könnten. Dazu ist zu sagen, dass jeder Lehrende bei jedem einzelnen fachlichen Vermittlungsanliegen auch zukünftig vor dem Hintergrund übergeordneter Bildungsziele die Möglichkeit haben muss, aus allen zur Verfügung stehenden Unterrichtsmitteln einschließlich allen nicht-digitalen dasjenige oder diejenigen auszuwählen, die fachdidaktisch am geeignetsten erscheinen. Hierbei darf es kein „Primat des Digitalen“ geben, sondern das fachliche Lernen muss im Vordergrund stehen. Darüber hinaus ist durch die Einbeziehung in fachspezifische Standards und Lehrpläne und deren output-orientierte Überprüfung festzustellen, inwieweit fachspezifische Umsetzungen erfolgen.
- Dann wird mit dem Bild „Auto fahren“ argumentiert. Man könne doch sicher und über viele Jahre unfallfrei Auto fahren, ohne wissen zu müssen, wie ein Auto zusammen gebaut werde oder wie ein Motor funktioniere. Hinter diesem Bild ist die Vorstellung erkennbar, der **Handhabung größeren Bildungswert zuzumessen, als den dahinterstehenden Konzepten**. Zunächst einmal ist dazu festzuhalten, dass der Erwerb des Führerscheins eines Fahrzeugs kein Ziel allgemeinbildender Schulen ist und dass es dafür spezialisierte Fahrschulen gibt. Die dort vermittelten Fertigkeiten sind kategorial vergleichbar mit dem Erlernen des Zehn-Finger-Schreibsystems auf einer Tastatur und dem Erreichen einer bestimmten Anschlagzahl – ebenfalls Ziele, die mindestens an Gymnasien nicht im Regelunterricht integriert sind. Die reine Handhabung konkreter digitaler Medien ist damit ebenfalls kategorial vergleichbar. Problematisch daran ist, dass Informatiksysteme von einer Soft- oder Hardwareversion zu nächsten oft erheblich in ihren Benutzungsschnittstellen verändert werden, solches Handhabungswissen daher schnell veraltet. Auch wenn der kompetente Umgang mit aktuellen digitalen Medien ein unstrittiges, übergreifendes Ziel des Bildungssystems ist, muss die Frage beantwortet werden, wie Lernende dazu befähigt werden können, auch mit zukünftigen Versionen ihnen vertrauter Software oder ihnen völlig unbekanntem Softwareprodukten umzugehen – denn die Systeme, denen sie in ihrer Schulzeit begegnen, werden nach deren Ende im Regelfall ganz andere Benutzungsschnittstellen haben. Dazu gibt es für den Informatikunterricht didaktische Konzepte, die das unterstützen. Im bayerischen und sächsischen Informatikunterricht zu Beginn der Sek. I werden dazu z. B. dokumentenbasierte Standardanwendungen objektorientiert analysiert und damit Strukturwissen erworben, das für eine ganze Kategorie von Standardsoftware (z. B. Grafikprogramme, Präsentationsprogramme) unabhängig von Softwareversion oder zugrundeliegendem Betriebssystem übertragbar ist (vgl. z. B. ISB 2005). Durch die Orientierung aktuellen Informatikunterrichts an lebensweltlichen Kontexten<sup>15</sup> ergibt sich zudem ein ausgeprägter Lebenswelt- und Anwendungsbezug. Weiterhin ist zum Bild „Auto fahren“ anzumerken, dass wesentliche theoretische Grundlagen sehr wohl im Schulsystem verankert sind: so lernt man in der Physik bspw. etwas über die Berechnung von Geschwindigkeiten, Beschleunigungen und Stöße sowie über die Funktionsweise von Motoren, im Chemieunterricht etwas über Benzine und Kunststoffe, im Biologieunterricht über Folgen für die

---

<sup>15</sup> <http://www.informatik-im-kontext.de>

Umwelt etc. Informatikunterricht für alle kann vergleichbare Grundlagen digitaler Systeme aufdecken und vermitteln.

- Ein eigenständiges Fach bietet zudem den Vorteil einer darauf abgestimmten Lehrerbildung. Hierbei wird argumentiert, ein Pflichtfach sei ausgeschlossen, weil es **nicht genügend viele qualifizierte Lehrkräfte** gebe. Umgekehrt wird das Fach Informatik in der Lehrerbildung bislang deutlich unterdurchschnittlich oft gewählt, weil es kein Pflichtfach in der Schule gibt. Für dieses Problem gibt es jedoch erprobte und dokumentierte Lösungen. Bspw. wurden im Bundesland Bayern mehrere Hundert Lehrkräfte mit Staatsexamen zunächst in zweijährigen, später auch in auf bis zu vier Jahre streckbaren Nachqualifikationsprogrammen auf die Staatsprüfung in Informatik vorbereitet, um eine ausreichende Versorgung der Schulen mit Lehrkräften sicherzustellen (vgl. Spohrer 2009). In der Anfangsphase erfolgte dazu eine teilweise Freistellung der Lehrkräfte zur Teilnahme an entsprechend geblockten Universitätslehrveranstaltungen, andere Teile wurden als E-Learning gestaltet. Später erfolgte im Wesentlichen eine Umsetzung per E-Learning. Entsprechend ausgearbeitete Module liegen vor. Die beteiligten Universitäten wurden jeweils durch eine Lehrerabordnung zur Koordination, Begleitung und Durchführung von Präsenztagen unterstützt. Es wurden damit Lehrkräfte des gesamten Altersspektrums erreicht, um sicherzustellen, dass der sich durch altersbedingtes Ausscheiden aus dem Berufsleben ergebende Personalbedarf durch Studienabsolventen gedeckt werden kann. Unterstützt wurde dies durch Quereinstiegsmaßnahmen, in denen Personen mit Informatikstudienabschluss direkt in eine entsprechend pädagogisch vertiefte Referendariatsausbildung einsteigen konnten.
- Weiterhin wird behauptet, eine **Fächerdiskussion** führe in die Zeit vor der Kompetenzorientierung zurück, sei damit ein **pädagogischer Rückschritt**. Die Kernforderung dieser Stellungnahme lautet, Kompetenzen aus dem Bereich der Informatik in der Schule verpflichtend zu machen, wie sie die GI in den Bildungsstandards Informatik (2008, 2016) beschreibt. Daraus resultiert zwangsläufig, dass die entsprechenden Kompetenzen im Unterricht an geeigneter Stelle erworben werden können müssen und zwar von allen Schülerinnen und Schülern. Die schulische Umsetzung kann im Prinzip ergebnisoffen geführt werden, die Implikationen der einzelnen Optionen werden bei den jeweiligen Varianten näher ausgeführt.
- Darüber hinaus wird angeführt, dass Fächerdiskussionen auch deshalb rückschrittlich zu bewerten seien, weil sich das Fächerkonzept generell überholt habe und die **Fächerstrukturen generell aufzulösen** seien. Auch wenn tatsächlich einiges für eine solche umfassende Reform des Schulsystems spricht, zeigt die Erfahrung, dass selbst deutlich niederschwelligere Innovationen, wie z. B. die Einbeziehung digitaler Medien in alle Unterrichtsfächer, erheblichen Zeitaufwand erfordern, insofern eine derart umfassende Reform zum gegenwärtigen Zeitpunkt in näherer Zukunft praktisch kaum vorstellbar ist. Mit der Negierung der Einführbarkeit aufgrund der generellen Reformbedürftigkeit des Schulsystems wird die Einbeziehung entsprechender Kompetenzen in eine ferne Zukunft verschoben bzw. vertagt und werden sich jetzt im Bildungssystem aufgrund der Digitalisierung stellende Fragen nicht beantwortet. Um entsprechenden Stillstand zu vermeiden, muss aber jetzt eine Lösung für die Einbeziehung entsprechender Fachkompetenzen in den Unterricht gefunden werden, bevor sich das Bildungssystem im Falle einer grundlegenden Reform vermutlich auf Jahre mit den resultierenden Implikationen befasst.
- Eine weitere Behauptung, die in der Diskussion von Gegnern informatischer Bildung verwendet wird, lautet, dass Schülerinnen und Schüler im Informatikunterricht Kompetenzen für eine Fachausbildung erwerben, aber nicht jeder eine solche oder ein Fachstudium im Informatikbereich anstrebe. Deshalb sei Informatik als Pflichtfach an allgemeinbildenden Schulen abzulehnen. Diesem **Berufsqualifikationsargument** stehen allerdings sowohl theoretische Arbeiten zum allgemeinbildenden Wert der Informatik als auch Plausibilitätsargumente gegenüber (s. S. 3). Im Übrigen unterliegen auch alle übrigen Pflichtfächer in Schule nicht dem Generalverdacht, nur für eine entsprechende Laufbahn zu qualifizieren. Wie diese Fächer auch hat die Informatik den Anspruch und die didaktischen Konzepte in der Sek. I verstärkt Allgemeinbildung für alle zu vermitteln und in der Sek. II auch wissenschaftspropädeutische Zielsetzungen mit entsprechenden Vertiefungsmöglichkeiten durch Grund- oder Leistungskurswahl in den Blick zu nehmen.

### 3. Schulische Arbeitsgemeinschaften/Projekte

Schulische Arbeitsgemeinschaften oder Projekte ermöglichen es den Schülerinnen und Schülern, individuellen Interessen nachzugehen und sich in diesen Bereichen zu vertiefen. Das ist grundsätzlich begrüßenswert und ein wertvolles Instrument der Gestaltung von Lernprozessen in der Schule. Für die Arbeit an Kompetenzen, die alle Schülerinnen und Schüler in gleicher Qualität entwickeln sollen, ist dieser Weg jedoch ungeeignet, da die Voraussetzung ein flächendeckendes Angebot entsprechender AGs/Projekte wäre und der Kompetenzerwerb systematisch ermöglicht und erfasst werden müsste. Das käme organisatorisch einem eigenen Schulfach gleich.

### 4. Außerschulische Angebote

Außerschulische Angebote, wie z. B. Schülerlabore Informatik (vgl. Bergner 2015, Brinda/van de Water 2009) ermöglichen Schülerinnen und Schülern ausgewählte Ideen der Informatik in zeitlich begrenzten Workshops kennenzulernen. Aufgrund der zeitlichen Begrenzung und der lokal unterschiedlichen Verfügbarkeiten entsprechender Angebote kann damit weder ein systematischer Kompetenzaufbau in einem Umfang erfolgen, wie ihn die GI-Standards spezifizieren (vgl. GI 2008, 2016) noch wird dadurch Chancengleichheit für alle Lernenden erreicht, da weder überall Angebote existieren, noch sind diese vergleichbar oder standardisiert. Hinzu kommt, dass typische Bezeichnungen, wie HackerSpaces etc. dazu beitragen, negativ konnotierte Stereotypen zu perpetuieren.

### Fazit

Die fortschreitende Prägung unserer Lebens- und Arbeitswelt durch Digitalisierung und die daraus resultierenden, drängenden Herausforderungen persönlicher, gesellschaftlicher und ökonomischer Art machen es erforderlich, dass sich die Bildungspolitik zeitnah diesen Herausforderungen durch entsprechende Maßnahmen für die Weiterentwicklung der schulischen Bildung widmet. Die von der KMK (2016) als Reaktion auf empirische Befunde der ICILS 2013-Studie (vgl. Bos et al. 2014), nach denen deutsche Schülerinnen und Schüler im internationalen Vergleich eher mäßige Informations- und Computerkompetenz besitzen, entwickelte Strategie zur Förderung des Lehrens und Lernens mit digitalen Medien in allen Fächern ist unstrittig ein wichtiger Baustein, greift allerdings im Hinblick auf die Herausforderungen der durch Digitalisierung geprägten Welt wie oben dargelegt zu kurz. Es ist bemerkenswert, dass der schulische Pflichtfachkanon im Wesentlichen unverändert aus einer Zeit stammt, in der man noch nicht an Digitalisierung dachte. Schülerinnen und Schüler erlernen mehrere Sprachen, um darin lesen und schreiben zu können und um für die Herausforderungen zunehmender Internationalisierung vorbereitet zu sein. Sie befassen sich mit Mathematik, um quantitative Sachverhalte verstehen und berechnen zu können. Sie erhalten verpflichtenden Unterricht in verschiedenen Gesellschaftswissenschaften, um unsere aktuelle, andere und vergangene Gesellschaften zu verstehen, Schlussfolgerungen daraus zu ziehen und um zu einer aktiven Teilhabe an und Mitgestaltung einer demokratischen Gesellschaft angeleitet zu werden. Sie lernen die Ästhetik musischer und künstlerischer Artefakte kennen, diese zu verstehen und können in den zugeordneten Fächern selbst ein etwaiges Talent zu eigener Gestaltung in diesem Bereich entdecken und entwickeln. Entsprechendes gilt für die Naturwissenschaften, in denen sie erlernen, die uns umgebende natürliche Welt zu verstehen, mit den entsprechenden fachspezifischen Methoden zu analysieren und auch dort entsprechende Begabungen zu entdecken und zu entfalten. Diese Selbsterkenntnisse sind auch deshalb möglich, weil Schülerinnen und Schüler in gewissem Umfang jeweils Pflichtkomponenten in diesen Bereichen belegen müssen und damit an das verständige Analysieren und Mitgestalten im jeweiligen Fach herangeführt werden. In Bezug auf die durch Digitalisierung geprägte Welt sind bestenfalls Wahl- und Wahlpflichtkomponenten vorgesehen, entsprechende Bildungsprozesse damit der Selbstverantwortung der Schülerinnen und Schüler unterworfen, so dass auch angesichts der oben dargelegten Belegungszahlen davon auszugehen ist, dass viele im Laufe ihrer Schulzeit gar nicht feststellen, ob sie denn in diesem Fach erfolgreich sein könnten. Angesichts der Herausforderungen der durch Digitalisierung geprägten Welt ist es somit **zwingend** erforderlich, dass **alle** Schülerinnen und Schüler in zu vergleichbaren Fächern angemessenem Umfang auch den Grundlagen im Informatikbereich

begegnen, um auch diesen Teil der sie umgebenden Welt zu verstehen, etwaige Begabungen und Interessen zu entdecken und dazu befähigt zu werden, ihre jeweilige Lebens- und Arbeitswelt in einem den anderen Fächern vergleichbarem Umfang mitgestalten zu können.

Im Hinblick auf die Umsetzung sind deshalb ergänzend zu den in der KMK-Strategie vorgeschlagenen Maßnahmen Strategien zur Förderung und zum Ausbau der informatischen Bildung einzuleiten, wie es auch der Antrag der Piraten-Fraktion fordert. Bestehende qualifizierte Initiativen und Ansätze zur Vermittlung informatischer Bildung durch fachkompetente Lehrkräfte müssen gefördert und ausgebaut werden. Eine verbindliche Vermittlung informatischer Kompetenzen an alle Schülerinnen und Schüler muss durch fachkompetente Lehrkräfte in einem eigenen Unterrichtsfach erfolgen; da die Einstellung von Lehrkräften im Wesentlichen durch Unterrichtsfächer gesteuert wird, scheint zum gegenwärtigen Zeitpunkt ein eigenes Pflichtfach dafür alternativlos. Insbesondere darf diese bildungspolitische Notwendigkeit nicht durch abstrakte Zielsetzungen einer generellen Auflösung von Fächerstrukturen und grundlegender Reform des Schulsystems zurückgestellt werden. Alles, was an Reformen im Sinne junger Menschen zu einer nachweislich besseren Bildung beiträgt, ist zwar grundsätzlich begrüßenswert und anzustreben. Ziele, wie die Auflösung von Fächerstrukturen, würden in unserem durch Fächer geprägten System zu umwälzenden Änderungen führen und müssten langfristig in der Lehrerbildung vorbereitet und in Modellversuchen wissenschaftlich begleitet und im Hinblick auf ihre Lernwirksamkeit evaluiert werden, bevor es zu breiten Umsetzungen käme. Experimente in verschiedenen Bundesländern mit Fächerverbänden waren nicht allesamt erfolgreich – verschiedene solcher Verbände wurde bereits wieder aufgelöst. Das zeigt, dass eine zum gegenwärtigen Zeitpunkt benötigte Lösung nur in Strukturen von Schulfächern denkbar ist. Im Bundesland Baden-Württemberg hat man sich kürzlich entschlossen, ein Pflichtfach Informatik neu einzuführen. In vielen anderen Nationen gibt es ebenfalls längst entsprechende Umsetzungen – so wurde bspw. in Großbritannien ein zuvor fächerintegrierter Medienbildungs-Ansatz in verpflichtenden Informatikunterricht für alle überführt. Oben wurde bereits dargelegt, dass sich informatische Kompetenzen, wie sie eine umfassende Bildung für eine durch Digitalisierung geprägte Welt erfordern würde, kaum in der geforderten Tiefe fächerintegriert erwerben lassen würden, weil es auf der Seite der Lehrenden entsprechender Fachexpertise bedarf und die einzelnen Fachlehrpläne bereits gut gefüllt sind.

Da Fachaffinitäten bereits sehr früh im Alter von KiTa und Grundschule angelegt werden, müssen auch informatische Kompetenzen frühzeitig und in angemessenem Umfang bereits im Sachunterricht in der Grundschule (in vergleichbarem Umfang, wie Basisangebote anderer im Sachunterricht vertretener Disziplinen) vorgesehen werden. Die Forderung nach einem Pflichtangebot (das im Sinne der Dagstuhl-Erklärung nicht integrierbare Inhalte aufnehmen und darüber hinaus vernetzend und strukturierend wirken soll) betrifft im Wesentlichen die Sekundarstufe I. Die Standards der GI für die Sek. I wurden für ein Szenario gestaltet, das in den Jahrgangsstufe 5 bis 10 durchschnittlich jeweils eine Unterrichtsstunde pro Woche dafür vorsieht, also insg. 5 Wochenstunden in der gesamten Sek. I. Eine verpflichtende Verortung der Informatik in der Sek. II wird explizit nicht gefordert, wohl aber, dass das Fach in jedweder Hinsicht den naturwissenschaftlichen Fächern bzgl. der Wertigkeit und Wählbarkeit als Grund- oder Leistungsfach in der Abiturprüfung gleichgestellt wird (vgl. GI 2015).

Da die weiter oben ausgeführten Fachperspektiven in Gänze relevant sind, ist zu fordern, dass sie auch alle im Curriculum der Schule verankert werden:

- Da in der anwendungsbezogenen Perspektive das Anwenden digitaler Unterrichtsmittel (als Erweiterung zum traditionellen Lehren und Lernen) im jeweiligen Fach im Vordergrund stehen soll, ist diese entsprechend fächerintegriert einzunehmen. Auch wenn es bei der Auswahl von Unterrichtsmitteln im Einzelfall kein „Primat des Digitalen“ geben darf, sollten dennoch entsprechende Kompetenzen in fachspezifischen Bildungsstandards verankert sein, um die Verbindlichkeit in den Fächern sicherzustellen.
- In gesellschaftlich-kultureller Perspektive sollte sich jedes Fach mit der Frage auseinandersetzen, wie sich die jeweilige Disziplin unter dem Einfluss digitaler Technologien ändert (z. B. hinsichtlich Information, Interaktion, Kommunikation, Produktion) und welche zukünftigen Gestaltungen sich bereits abzeichnen. Im eigenen Schulfach sollten diesbezüglich durch Ab-

stimmung mit den Curricula der anderen Fächer Zusammenhänge und Vernetzung hergestellt werden z. B. unter Bezugnahme auf Modelle, die Wirkungen der digitalen Transformation auf Individuum und Gesellschaft beschreiben und einordnen. Weiterhin sollte dort systematisch der Frage nachgegangen werden, wie sich Interaktion mit digitalen Systemen gestalten lässt.

- In technologischer Perspektive können Fächer, bei denen es sich thematisch anbietet, Bezüge zu fachrelevanten informatischen Grundlagen herstellen (z. B. einfache Caesar-Verschlüsselung im Fach Deutsch, MP3-Grundlagen im Fach Musik, Algorithmenbegriff im Fach Mathematik, Grafikformate im Fach Kunst etc.). Im eigenen Fach wird systematisch die Frage beantwortet, wie typische Systemkategorien prinzipiell funktionieren, welche informatischen Ideen, Modelle, Konzepte, Prinzipien diesen zugrunde liegen, werden Fachbezüge aufgegriffen, vernetzt und strukturiert und schließlich die Gestaltung von Systemen, die die Bearbeitung von Aufgaben automatisieren oder Probleme lösen, betrachtet.

## Literatur

- (ASW 2016)** Ausschuss für Schule und Weiterbildung im Landtag NRW: Ausschussprotokoll Apr 16/1314 vom 01.06.2016 zum Verhandlungspunkt: Informatische Allgemeinbildung gewährleisten Informatik an allen Schulformen einführen. URL: <https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMA16-1314.pdf>
- (Bergner 2015)** Bergner, N.: Konzeption eines Informatik-Schülerlabors und Erforschung dessen Effekte auf das Bild der Informatik bei Kindern und Jugendlichen. Dissertation, RWTH Aachen, 2016, URL: <https://publications.rwth-aachen.de/record/561683?ln=de>
- (BMBF 2016)** Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.): Bildungsoffensive für die digitale Wissensgesellschaft. Strategie des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. 2016, URL: [https://www.bmbf.de/files/Bildungsoffensive\\_fuer\\_die\\_digitale\\_Wissensgesellschaft.pdf](https://www.bmbf.de/files/Bildungsoffensive_fuer_die_digitale_Wissensgesellschaft.pdf)
- (Bos et al. 2014)** Bos, Wilfried, et al. ICILS 2013. Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in der 8. Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich. Münster u.a., Waxmann, 2014.
- (Brinda et al. 2016)** Brinda, T.; Diethelm, I.; Gemulla, R.; Romeike, R.; Schöning, J.; Schulte, C.; et al.: Bildung in der digitalen vernetzten Welt, Dagstuhl Erklärung, 2016, URL: <https://www.gi.de/aktuelles/meldungen/detailansicht/article/dagstuhl-erklarung-bildung-in-der-digitalen-vernetzten-welt.html>
- (Brinda/van de Water 2009)** Brinda, T.; Van de Water, D.: Wie gewinnt man Schülerinnen und Schüler für ein Informatikstudium? – Maßnahmen deutscher Hochschulen. In: GI (Hrsg.): Tagungsband zur GI-Fachtagung "Informatik und Schule 2009 (INFOS2009)". Köllen, Bonn, 2009, S. 157-168.
- (CASWG 2012)** Computing at School Working Group: Computer Science – A curriculum for schools, 2012, URL: <https://www.computingschool.org.uk/data/uploads/ComputingCurric.pdf>
- (Cyranek et al. 1997)** Cyranek, G.; Forneck, H. J.; Goorhuis, H.: Beiträge zur Didaktik der Informatik, Diesterweg Moritz, 1997.
- (D21 2016)** Initiative D21: 2016 Sonderstudie »Schule Digital«. Lehrwelt, Lernwelt, Lebenswelt: Digitale Bildung im Dreieck SchülerInnen-Eltern-Lehrkräfte. 2016, URL: [http://www.initiaved21.de/wp-content/uploads/2016/11/D21\\_Schule\\_Digital2016.pdf](http://www.initiaved21.de/wp-content/uploads/2016/11/D21_Schule_Digital2016.pdf)
- (Diethelm et al. 2012)** Diethelm, I.; Hubwieser, P.; Klaus, R.: Students, teachers and phenomena: educational reconstruction for computer science education. In: Proceedings of the 12th Koli Calling International Conference on Computing Education Research (Koli Calling '12). ACM, New York, NY, USA, pp. 164-173, URL: <http://dx.doi.org/10.1145/2401796.2401823>
- (Diethelm/Zumbrägel 2010)** Diethelm, I.; Zumbrägel, S.: Wie funktioniert eigentlich das Internet? – Empirische Untersuchung von Schülervorstellungen. In: 6. Workshop zur Didaktik der Informatik, Köllen, Bonn, 2010, S. 33-44.
- (GFD o.J.)** Gesellschaft für Fachdidaktik (Hrsg.): Mindeststandards am Ende der Pflichtschulzeit. Positionspapier, URL: [http://www.dgff.de/fileadmin/user\\_upload/dokumente/Sonstiges/Mindeststandards\\_GFD-final.pdf](http://www.dgff.de/fileadmin/user_upload/dokumente/Sonstiges/Mindeststandards_GFD-final.pdf)
- (GI 2005)** Gesellschaft für Informatik e.V. (Hrsg.): Was ist Informatik? Positionspapier, 2005, URL: <https://www.gi.de/themen/was-ist-informatik.html>
- (GI 2008)** Gesellschaft für Informatik e.V. (Hrsg.): Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule. Bildungsstandards Informatik für die Sek. I. 2008, URL: [http://www.informatikstandards.de/docs/bildungsstandards\\_2008.pdf](http://www.informatikstandards.de/docs/bildungsstandards_2008.pdf)
- (GI 2015)** GI (Hrsg.): 3. Dagstuhl-Erklärung zur Informatischen Bildung in der Schule, 2015, URL: [https://www.gi.de/fileadmin/redaktion/Download/Dagstuhl-Erklarung\\_zur\\_Schulinformatik2015.pdf](https://www.gi.de/fileadmin/redaktion/Download/Dagstuhl-Erklarung_zur_Schulinformatik2015.pdf)
- (GI 2016)** Gesellschaft für Informatik e.V. (Hrsg.): Bildungsstandards Informatik für die Sek. II. 2016, URL: [http://www.informatikstandards.de/docs/Bildungsstandards\\_SII.pdf](http://www.informatikstandards.de/docs/Bildungsstandards_SII.pdf)
- (GIAD 2016)** Gesellschaft für Informatik e.V., Fachbereich „Informatik und Ausbildung/Didaktik der Informatik“: Stellungnahme zum KMK-Strategiepapier „Bildung in der digitalen Welt“. 2016, URL: <https://fb-iad.gi.de/fileadmin/stellungnahmen/gi-fbiad-stellungnahme-kmk-strategie-digitale-bildung.pdf>

- (GIDDI o.J.)** Gesellschaft für Informatik e.V., Fachgruppe „Didaktik der Informatik“ (Hrsg.): Informatikdidaktik-Wiki, o.J., URL: <https://wiki.informatikdidaktik.de>
- (Guzdial 2016)** Guzdial, M.: Learner-Centered Design of Computing Education: Research on Computing for Everyone. Synthesis Lectures on Human-Centered Informatics 8.6 (2015): 1-165.
- (Hubwieser 2007)** Hubwieser, P.: Didaktik der Informatik: Grundlagen, Konzepte, Beispiele. 3. Auflage, Springer, Berlin Heidelberg, 2007
- (Hubwieser 2012)** Hubwieser, P.: Computer Science Education in Secondary Schools - The Introduction of a New Compulsory Subject. Transactions on Computing Education 12(4), 16:1-16:41 (2012).
- (Hubwieser et al. 2011)** Hubwieser, P.; Armoni, M.; Brinda, T.; Dagiene, V.; Diethelm, I.; Giannakos, M. N.; Knobelsdorf, M.; Magenheim, J.; Mittermeir, R. T.; Schubert, S. E.: Computer science/informatics in secondary education. In: Proceedings of the 16th annual conference reports on Innovation and Technology in Computer Science Education – Working Group Reports. ITiCSE-WGR '11. ACM, New York, NY, USA, 2011, pp. 19-38.
- (Hubwieser et al. 2015)** Hubwieser, P.; Giannakos, M. N.; Berges, M.; Brinda, T.; Diethelm, I.; Magenheim, J.; Pal, Y.; Jackova, J.; Jasute, E.: A Global Snapshot of Computer Science Education in K-12 Schools. In: Proceedings of the 2015 ITiCSE on Working Group Reports (ITiCSE-WGR '15). ACM, New York, NY, USA, 2015, pp. 65-83. URL: <http://dx.doi.org/10.1145/2858796.2858799>
- (IBI 2016)** Institut für Bildung in der Informationsgesellschaft gGmbH: Stakeholder-Studie zum Bundestagsbeschluss. Durch Stärkung der Digitalen Bildung Medienkompetenz fördern und digitale Spaltung überwinden. 2016, URL: [http://www.ibi.tu-berlin.de/images/161013\\_IBIStudie\\_Digitale\\_Bildung\\_BT-Beschluss\\_Langfassung.pdf](http://www.ibi.tu-berlin.de/images/161013_IBIStudie_Digitale_Bildung_BT-Beschluss_Langfassung.pdf)
- (ISB 2005)** Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung: Der Schwerpunkt Informatik im Fach Natur und Technik. Handreichung, 2005, URL: <https://www.isb.bayern.de/gymnasium/materialien/d/der-schwerpunkt-informatik-im-fach-natur-und-techn/>
- (KMK 2016)** Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.): Bildung in der digitalen Welt. Strategie der Kultusministerkonferenz. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 8.12.2016, URL: [https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2016/Bildung\\_digitale\\_Welt\\_Webversion.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2016/Bildung_digitale_Welt_Webversion.pdf)
- (KMK 2015)** Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.): Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung, Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.10.2008 i. d. F. vom 10.09.2015, URL: [http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2008/2008\\_10\\_16-Fachprofile-Lehrerbildung.pdf](http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2008/2008_10_16-Fachprofile-Lehrerbildung.pdf)
- (Koubek o.J.)** Koubek, J. (Hrsg.): Informatik im Kontext, URL: <http://www.informatik-im-kontext.de>
- (Magenheim 2001)** Magenheim, J.: Informatiksystem und Dekonstruktion als didaktische Kategorien - Theoretische Aspekte und unterrichtspraktische Implikationen einer systemorientierten Didaktik der Informatik. In: informatica didactica, Zeitschrift für fachdidaktische Grundlagen der Informatik, (ISSN 1615-177) [http://www.informatica-didactica.de/Ausgabe\\_3\\_2001](http://www.informatica-didactica.de/Ausgabe_3_2001)
- (McCartney et al. 2014)** McCartney, R., Tenenberg, J., Hubwieser, P., Armoni, M., Giannakos, M. N., and Mittermeir, R. T. 2014. Special Issue on Computing Education in (K-12) Schools. Trans. Comput. Educ 14, 2.
- (McCartney et al. 2015)** McCartney, R., Tenenberg, J., Hubwieser, P., Armoni, M., and Giannakos, M. 2015. Special Issue II on Computer Science Education in K-12 Schools. Trans. Comput. Educ. 15, 2.
- (Piraten-Fraktion NRW 2016)** Fraktion der Piraten im Landtag Nordrhein-Westfalen: Bildung hoch vier – Leitlinien einer „Strategie für die schulische Bildung in der digitalisierten Welt“. Antrag, Drucksache 16/12337, Düsseldorf, 2016.
- (Plomp et al. 2009)** Plomp, T., Anderson, R.E., Law, N.; Quale, A. (Eds.): Cross-National Information and Communication Technology: Policies and Practices in Education. Information Age Publishing, Charlotte, USA, 2009.
- (Schulte 2013)** Schulte, S.: Reflections on the role of programming in primary and secondary computing education. In Proceedings of the 8th Workshop in Primary and Secondary Computing Education (WiPSCE '13). ACM, New York, NY, USA, 2013, pp. 17-24, URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2532748.2532754>
- (Spohrer 2009)** Spohrer, M.: Konzeption und Analyse neuer Maßnahmen in der Fort- und Weiterbildung von Informatik-Lehrkräften. Dissertation, TU München, 2009, URL: <https://www.ddi.edu.tum.de/en/publikationen/dissertationen-habilitationen/dissertationen/spohrer-m-konzeption-und-analyse-neuer-massnahmen-in-der-fort-und-weiterbildung-von-informatiklehrkraeften-2009/>
- (Starruß 2010)** Starruß, I.: Synopse zum Informatikunterricht in Deutschland. Analyse der informatischen Bildung an allgemeinbildenden Schulen auf der Basis der im Jahr 2010 gültigen Lehrpläne und Richtlinien. Bachelorarbeit, TU Dresden, 2010.
- (Terjung 2016)** Terjung, T. Schülervorstellungen zu relationalen Datenbanken. Master-Arbeit, Universität Duisburg-Essen, Institut für Informatik und Wirtschaftsinformatik, 2016.
- (Webb et al. 2015)** Webb, M.; Fluck, A.; Cox, M.; Angeli-Valanides, C.; Malyn-Smith, J.; Voogt, J.; Zagami, J.: Thematic Working Group 9 – Curriculum – Advancing Understanding of the Roles of Computer Science/Informatics in the Curriculum. Summary Report and Action Agenda. In: Lai, K.-W. (Ed.): Technology advanced quality learning for all. EDUsummit 2015 Summary Report, Bangkok, Thailand, 2015, pp. 61-70, URL: <http://www.curtin.edu.au/edusummit/edusummit2015-ebook.pdf>
- (WGIE 2013)** Joint Informatics Europe & ACM Europe Working Group on Informatics Education: Informatics education: Europe cannot afford to miss the boat, Report, 2013, URL: <http://europe.acm.org/iereport/ACMandIereport.pdf>
- (Witten 2003)** Witten, H.: Allgemeinbildender Informatikunterricht? Ein neuer Blick auf H. W. Heymanns Aufgaben allgemeinbildender Schulen. In: Tagungsband zur GI-Fachtagung „Informatik und Schule - INFOS 2003“, Köllen, Bonn, S. 59-75, URL: <http://subs.emis.de/LNI/Proceedings/Proceedings32/GI-Proceedings.32-7.pdf>