

# Stellungnahme zum KMK-Strategiepapier „Bildung in der digitalen Welt“

Prof. Dr. Torsten Brinda, Didaktik der Informatik, Universität Duisburg-Essen  
Sprecher des Fachbereichs „Informatik und Ausbildung/Didaktik der Informatik“  
der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)<sup>1</sup>



## Vorbemerkungen

*Es ist sehr zu begrüßen, dass sich die KMK angesichts der digitalen Transformation von Gesellschaft, Kultur und Arbeit dem Thema „Bildung in der digitalen Welt“ und den daraus resultierenden Konsequenzen für das nationale Bildungssystem in einem Strategiepapier widmet und dieses bereits in Fachgesprächen mit Fachvertreter/-innen in Berlin diskutierte. Durch die Strukturierung des Strategiepapiers entlang sechs Handlungsfeldern werden alle wesentlichen Gestaltungsbereiche angesprochen. Dabei lässt das Dokument an verschiedenen Stellen allerdings einen stark auf die Nutzung von digitalen Medien reduzierten Bildungsbegriff erkennen, der wesentliche Bildungserfordernisse einer durch Digitalisierung geprägten Welt leider völlig ausblendet. Die nachfolgende Stellungnahme adressiert diese Problemstellen, sie bezieht sich im Wesentlichen auf die Punkte 1.1, 1.2, 2.1 sowie Anlage 1b.*

### 1. Begrifflichkeit und eingeschränkte Sichtweise auf die „digitale Welt“

- a.) Die **Verwendung von Begriffen** wie „digitale Welt“, „digitale Gesellschaft“ oder „digitale Bildung“ vermittelt fälschlicherweise den Eindruck, die Welt, Gesellschaft bzw. Bildung sei nun digital zu betrachten.

*Empfehlung: Wenn ein Begriff als Eigenname, z. B. zur Beschreibung der Welt unter dem Einfluss fortschreitender Digitalisierung, verwendet wird, sollte er kurz definiert werden, um Missverständnisse zu vermeiden.*

- b.) Die im Papier verwendete Beschreibung der „digitalen Welt“ fokussiert 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 Spiele-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 Autos, 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,

---

<sup>1</sup> Der Text wurde im Leitungsgremium des Fachbereichs „Informatik und Ausbildung/Didaktik der Informatik“ der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) abgestimmt.

Oberflächenformen von Fahr- und Flugzeugen so zu gestalten, dass der Treibstoffverbrauch minimiert wird.

*Empfehlung: Die im Strategiepapier verwendete Beschreibung des Begriffs „digitale Welt“ ist zu eingeschränkt und wird der Realität, in der diese Entwicklung stetig voranschreitet, nicht gerecht. Ausgangspunkt 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. Eine Fokussierung auf persönliche oder in der Schule vorhandene Systeme und deren zielgerichtete Anwendung ist zu eingeschränkt.*

## 2. Ziele einer Bildung in der „digitalen Welt“

Der im Dokument verwendete Bildungsbegriff führt in der Argumentation des Strategiepapiers 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 verfüg- und sichtbar zu machen. Die IKT<sup>2</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>3</sup>.

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.

---

<sup>2</sup> IKT: Informations- und Kommunikationstechnologien

<sup>3</sup> <http://www.it-business.de/fachkraeftemangel-spitzt-sich-zu-a-541910/>

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 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.**

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. 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:



**Abbildung 1: Haus der digitalen Bildung<sup>4</sup>**

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. 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.

Die **Informatik** ist die „Wissenschaft der systematischen Verarbeitung von Informationen, insb. der automatischen Verarbeitung mit Hilfe von Digitalrechnern“<sup>5</sup>. Sie befasst sich mit Prinzipien und Ver-

<sup>4</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>5</sup> <https://de.wikipedia.org/wiki/Informatik>

fahren, 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>6</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 „digitalen 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 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 „digitalen Welt“ muss daher Digitalisierung auch aus informatischer Perspektive als Unterrichtsgegenstand in den Blick nehmen.**

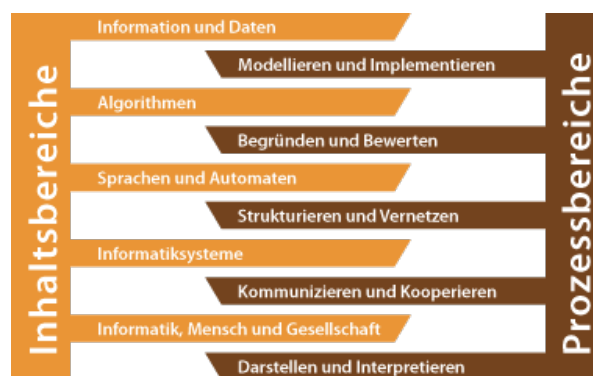
In diesem Zusammenhang wird gelegentlich die Frage gestellt, warum Kenntnisse aus der Informatik erforderlich seien, wenn das Ziel doch „nur“ die kompetente Nutzung von Informatiksystemen sei und keine entsprechende berufliche Laufbahn im Bereich der Informatik angestrebt werde. Diese Frage ließe sich 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 Text 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 jeweils fachspezifische **Gestalten** ergibt sich jeweils ein eigener Zugang zur jeweiligen Dis-

---

<sup>6</sup> [csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/CompThinkingFlyer.pdf](http://csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/CompThinkingFlyer.pdf)

ziplin. 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.



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

Diese Struktur der Bildungsstandards Informatik wurde bei der Novellierung von Informatik-Lehrplänen der Bundesländer seit 2008 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 Problemen der Lebenswelt aus und erschließen daran die dahinterliegenden fachlichen Konzepte (vgl. Hubwieser 2007, Magenheimer 2001, Koubek o.J.).

*Empfehlung: Es zeigt sich also, dass es im Sinne einer Bildung in der „digitalen Welt“ relevante Kompetenzen aus dem Bereich der Informatik gibt, die im bisherigen Strategiepapier fehlen. Bzgl. deren Konkretisierung sei auf die Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufen I und II verwiesen (GI 2008, 2016). Diese Kompetenzen sollten daher die im Strategiepapier bereits verorteten in einem ausgewogenen Verhältnis ergänzen und ebenfalls verbindlich gemacht werden.*

### **Verortung und Verbindlichkeit**

Das 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. 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.

*Bemerkung: Während andere Stellungnehmende sicher die medienbildnerische Perspektive im Hinblick auf eine Verortung in den Blick nehmen werden, soll es hier – ergänzend (!) – um eine Betrachtung zu informatischen Kompetenzen gehen.*

Grundsätzlich kommen dazu 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 Kompetenzen 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 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 könnte 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, es aber immer noch um das Lehren und Lernen im jeweiligen Unterrichtsfach geht, erfordert eine **Einbeziehung von Informatikkonzepten eine völlig neue, fachfremde Perspektive**.

Um eine für die Schule einigermaßen vollständige Sichtweise auf die Informatik zu erhalten, ist im Rahmen der **Lehrerbildung** 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 Informatiklehrerstudium, 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 Vollständig-

keit. 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 sollten**. 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. 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 disziplinären Zusammenhänge haben können. Diese fachliche Einordnung und Strukturierung ergibt sich keinesfalls von alleine und die bei den 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 übereinandergelegten 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, sondern solche auch selbst erstellen zu können. 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 Anwendungs-



kontext im bestehenden Fach sowie die Systematik im eigenen Fach zu ermöglichen. Ansätze, die einseitig auf Fächerintegration oder ein separates Fach fokussieren, greifen dsbzgl. zu kurz.

**Gegen ein Wahlfach** spricht, dass deren Wahl stark abhängig ist von lokalen Kontexten und darin stattfindenden Beratungen. Durch Wahl-/Wahlpflichtfächer ist ein systematischer Kompetenzaufbau für alle Schülerinnen und Schüler nicht möglich. 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.

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 Rahmenbedingungen 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.
- 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.
- 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 Quereinsteigsmaßnah-

men, 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, die bestehende Strategie zur „Bildung in der digitalen Welt“ um die Kompetenzen aus dem Bereich der Informatik zu erweitern, die 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 auflösen** 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.

### 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.

*Empfehlung 1: Es zeigt sich, dass informatische Kompetenzen, wie sie eine umfassende Bildung für eine „digitale 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).*

*Empfehlung 2: 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 Abstimmung 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 informatische 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

- (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>
- (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-erklaerung-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.
- (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>

- (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-Erklaerung\\_zur\\_Schulinformatik2015.pdf](https://www.gi.de/fileadmin/redaktion/Download/Dagstuhl-Erklaerung_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)
- (GIDDI o.J.)** Gesellschaft für Informatik e.V., Fachgruppe „Didaktik der Informatik“ (Hrsg.): Informatikdidaktik-Wiki, o.J., URL: <https://wiki.informatikdidaktik.de>
- (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>
- (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.
- (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 Informatiklehrkräften. 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>