

Informatische Literalität und Medienbildung im Handeln von Lehrkräften

Bardo Herzig & Daniel Losch

1. Ausgangslage

Angehende Lehrkräfte sind angehalten, anlässlich der sogenannten digitalen Transformation Kompetenzen zu entwickeln, um einerseits Schüler*innen Möglichkeiten des Medienkompetenzerwerbs zu eröffnen und andererseits digitale Medien im Unterricht zielführend einzusetzen¹. Während die Umsetzung mediendidaktischer Ziele per se fachbezogen erfolgt, sind auch alle Fächer aufgerufen ihren Beitrag zur fachübergreifenden „Bildung in der digitalen Welt“ zu leisten². Eine solche Position ist solange unkritisch, wie es den Fächern resp. Fachdidaktiken gelingt, angehende Lehrkräfte aus ihrer Domäne heraus auf diese Aufgaben – ggf. mit Unterstützung der Bildungswissenschaften – vorzubereiten. Berücksichtigt man allerdings, dass mit digitalen Medien auch Informatiksysteme angesprochen sind und wie diese die Lebenswelt (Arbeit, Freizeit, Alltag, ...) durchdringen, stellt sich die Frage nach einer adäquaten Ausbildung neu.

Im vorliegenden Beitrag wird die These vertreten, dass Lehrkräfte aller Unterrichtsfächer für einen zielführenden Einsatz digitaler Medien im Unterricht ebenso wie für eine reflektierte Auseinandersetzung mit digitalen Medien als Gegenstand im Unterricht auch über eine informatische Literalität, d. h. über informatische Kompetenzen, verfügen müssen. Vorgesprochen wird – ausgehend von professionsbezogenen Aufgaben von Lehrkräften insbesondere im Bereich des Unterrichtens und des Erziehens – ein integrativer Zugang zu einer solchen Literalität über die Verbindung von Medienpädagogik und Informatik, der an zwei Beispielen konkretisiert wird. Damit soll einer Fragmentierung in einzelne Zuständigkeiten und isolierten Zugangsweisen vorgebeugt und von Anfang an eine ganzheitliche professionsbezogene Perspektive eingenommen werden.

1 Vgl. KMK (Hg.), *Strategie der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“*. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 08.12.2016, Berlin 2016.

2 Vgl. KMK (Hg.), *Strategie der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“*, a.a.O.

Eine Argumentation, auch Lehrkräfte müssten sich mit Informatik auseinandersetzen, weil sie allgegenwärtig ist, ist ebenso einfach, wie sie irreführend bzw. nicht zutreffend ist. In der Tat kann den Erzeugnissen der Informatik eine gewisse Ubiquität nicht abgesprochen werden, wenn man sich verschiedene gesellschaftliche, wirtschaftliche oder staatliche Bereiche vor Augen führt. Schließlich existiert in der Informatik gar ein eigener Forschungszweig ‚ubiquitous computing‘. Mit der Verbreitung von Informatik und den von ihr geschaffenen Systemen sind zahlreiche Vorteile, Effizienzsteigerungen und Annehmlichkeiten verbunden; gleichzeitig bergen sie auch Herausforderungen, Problemlagen oder Gefahren. Ein Beispiel sind automatisierte Entscheidungssysteme, die mit entsprechend implementierten Nutzer*innenmodellen einen Datenabgriff durch Betreibende oder gar Dritte zulassen.

Die o. g. Argumentationsfigur von ubiquitärer Informatik und der daraus abgeleiteten Notwendigkeit informatischer Bildung von Lehrkräften ist in der Weise nicht angemessen. Für die Informatik ist weniger entscheidend, *in welchem Umfang* und *wo überall* Erzeugnisse der Informatik in Erscheinung treten; vordergründig geschieht diese Durchdringung durch das Auftreten von Informatiksystemen (z. B. in Form von Endgeräten wie Laptops, Smartphones, Tablets, ...). Vielmehr ist zentral, *in welcher Weise* die (ubiquitäre) Informatik die Berufs- und Lebenswelt – gerade auch von Lehrkräften – durchdringt und verändert.

Im Folgenden wird zunächst geklärt, was unter Informatik bzw. informatischer Bildung und Medienpädagogik bzw. Medienbildung verstanden wird und damit zusammenhängende zentrale Begrifflichkeiten ausgeleuchtet. Anschließend werden Kohärenzaspekte zwischen informatischer Bildung und Medienbildung auf einer theoretischen, einer konzeptionellen (wissenschaftliche und curriculare Modelle) und einer methodisch-didaktischen Ebene diskutiert. Schließlich werden informatische Konzepte im beruflichen Handlungsfeld von Lehrkräften exemplarisch verortet und zwei Beispiele zur Gestaltung eines – Medienbildung und informatische Literalität integrierenden – Lehrkonzeptes in der allgemeinen Lehrkräftebildung angeführt.

2. Informatik

Informatik lässt sich bestimmen als „die Wissenschaft, die sich mit der automatischen Verarbeitung von Daten beschäftigt. [...] In einer stärker

pragmatisch orientierten Sicht ist die Informatik mit der Entwicklung von Informatiksystemen als Einheiten von Hardware, Software und ihrer Integration in Netzen und der Entwicklung dazu notwendiger theoretischer Grundlagen³ befasst.

Im Jahr 1976 beschloss der Fakultätentag Informatik die Strukturierung der Wissenschaft Informatik durch sechs Fachgebiete: Gesellschaftliche Bezüge der Informatik, Angewandte Informatik, Didaktik der Informatik sowie die drei kerninformatischen Fachgebiete Theoretische, Technische und Praktische Informatik⁴; sie sind seitdem strukturgebend innerhalb der Wissenschaft Informatik und eignen sich zugleich, um wesentliche Anliegen und Arbeitsweisen der Informatik als Ganzes darzustellen: „Informatik erforscht die grundsätzlichen Verfahrensweisen der Informationsverarbeitung und die allgemeinen Methoden der Anwendung solcher Verfahren in den verschiedensten Bereichen“⁵; die „Informationsverarbeitung wird gemeinhin aufgefaßt als Durchführung einer Abbildung zwischen Datenmengen, beschrieben durch einen Algorithmus“⁶. Hierin zeigen sich vier für die Informatik zentrale Begrifflichkeiten: Information und Daten sowie Automat und Algorithmus. Zu unterscheiden ist eine abstrakte Ebene von einer operativen: Daten und Algorithmen sind die konkreten, im informatischen Sinne ‚verarbeitbaren‘ bzw. verarbeitenden Ausprägungen der Abstrakta Information bzw. Automat. Der Informationsbegriff ist von zentraler Bedeutung, da er auf *syntaktischer* Ebene auf den Begriff der Daten – gewissermaßen als ‚Rohstoff der Informatik‘ – verweist; die *semantische* Ebene stellt sich als Zielebene informatischer Modellierung⁷ für Informatiksysteme⁸ heraus. Das heißt, es geht um Inhalte bzw. Wissen. Primär adressiert

3 Ludger Humbert, *Didaktik der Informatik – mit praxiserprobtem Unterrichtsmaterial*, 2. Aufl., Wiesbaden 2006, 26. <https://doi.org/10.1007/978-3-8351-9046-7>.

4 Vgl. Fakultätentag Informatik, *Fächerkatalog Informatik*, abgedruckt in: Wilfried Brauer, Wolfhart Haacke und Siegfried Münch, *Studien- und Forschungsführer Informatik*, 4. Ausgabe, Sankt Augustin/Bonn 1980, 67.

5 Vgl. Fakultätentag Informatik, *Fächerkatalog Informatik*, a.a.O., 39.

6 Vgl. Fakultätentag Informatik, *Fächerkatalog Informatik*, a.a.O., 40.

7 Vgl. Abb. 2.1: informatischer Modellierungskreis.

8 Ein Informatiksystem stellt eine spezifische Zusammenstellung von Hardware, Software und Netzverbindung zur Lösung eines Anwendungsproblems dar, vgl. Volker Claus und Andreas Schwill, *Duden Informatik A–Z. Fachlexikon für Studium und Praxis*, 4. Aufl., Mannheim/Leipzig/Wien/Zürich 2006, 301; insbesondere sind auch jegliche gesellschaftliche Fragestellungen im Kontext der Gestaltung dieser Systeme zu berücksichtigen; Magenheimer und Schulte führen dazu den Begriff der „sozio-technischen“ Systeme an, vgl. Johannes Magenheimer und Carsten Schulte, *Social, ethical*

der Informationsbegriff jedoch eine *pragmatische* Ebene, die allein lebendigen Organismen vorbehalten ist und von (selbst KI-basierten) Informatiksystemen – wie die Theoretische Informatik zeigt – nie erreicht werden kann. Die Entwicklung von Erkenntnis bleibt für Informatiksysteme somit eindeutig außen vor. Daraus folgend sind die begrifflichen Ebenen ‚Wissen‘ und ‚Information‘ Gegenstände fortwährender Diskussionen⁹.

Der Übergang von der realen Welt in die ‚Informatik-Welt‘ lässt sich mit Hilfe des informatischen Modellierungskreises¹⁰ beschreiben. Eine lebensweltliche Problemstellung wird durch einen ‚Übersetzungsprozess‘ in ein formales *informatisches* Modell überführt, welches die besondere Eigenschaft hat, dass es *gegebenenfalls*, nicht zwingend einem Informatiksystem zur Verarbeitung ‚übergeben‘ werden kann. Die letzte Stufe vor dieser ‚Übergabe‘, an der wir Menschen noch handelnd (visuell-manipulativ) partizipieren, ist (heutzutage) die textuelle Darstellungsweise. Das heißt, dass wir die Modellierung in einen Quelltext übersetzen, der in einer formalen Sprache (z. B. in einer Programmiersprache oder Auszeichnungssprache) verfasst wurde.

Ein in diesem Zusammenhang wesentliches, methodisches Fachelement der Informatik ist das Operieren mit Symbolen. Dies entspricht der informatischen Idee der Formalisierung. Weiteren ‚großen Ideen‘ wie Automatisierung und Vernetzung geht jeweils eine Formalisierung voraus¹¹. Als schlüssige Sequenz stellt sich Formalisierung, Automatisierung, Vernetzung heraus.

Der Modellierungskreis schließt sich durch die Betrachtung und kritische Bewertung der Ergebnisse, die sich aus der Problemlösung entwickeln. Dabei werden deren gesellschaftliche Implikationen beleuchtet und es wird schließlich vor dem Hintergrund der anfänglichen Problemsituation erör-

and technical issues in informatics — An integrated approach, in: *Education and Information Technologies*, 2006, 319–339. Entscheidend ist, dass Informatiksysteme nur *eine* mögliche Form konkreter Problemlösung durch informatische Modellierung darstellen. Die aus der Informatik entwickelten Modelle haben jedoch einen weitaus größeren Wirkungskreis und sind oftmals nicht unmittelbar anhand der konkreten Erzeugnisse (Informatiksysteme, Organisation von (Arbeits-)Abläufen) ablesbar. Das Erkennen und Lesen (sowie die Produktion, also das Schreiben) informatischer Modelle ist eine zentrale Kompetenz.

9 Zur Ordnung der Begriffe „Daten – Wissen – Information“ nach „Syntax – Semantik – Pragmatik“ vgl. Marianne Ingold, *Information als Gegenstand von Informationskompetenz. Eine Begriffsanalyse*, in: Konrad Umlauf (Hg.), *Berliner Handreichungen zur Bibliotheks- und Informationswissenschaft*, 2011, 19–75, 13.

10 Vgl. Abb. 2.1: informatischer Modellierungskreis.

11 Vgl. Rüdiger Baumann, *Didaktik der Informatik*, 2. Aufl., Stuttgart 1996.

tert, inwiefern eine zufriedenstellende und nachhaltige Lösung gefunden wurde oder ob es einen Weiterentwicklungs- oder Revisionsbedarf gibt.

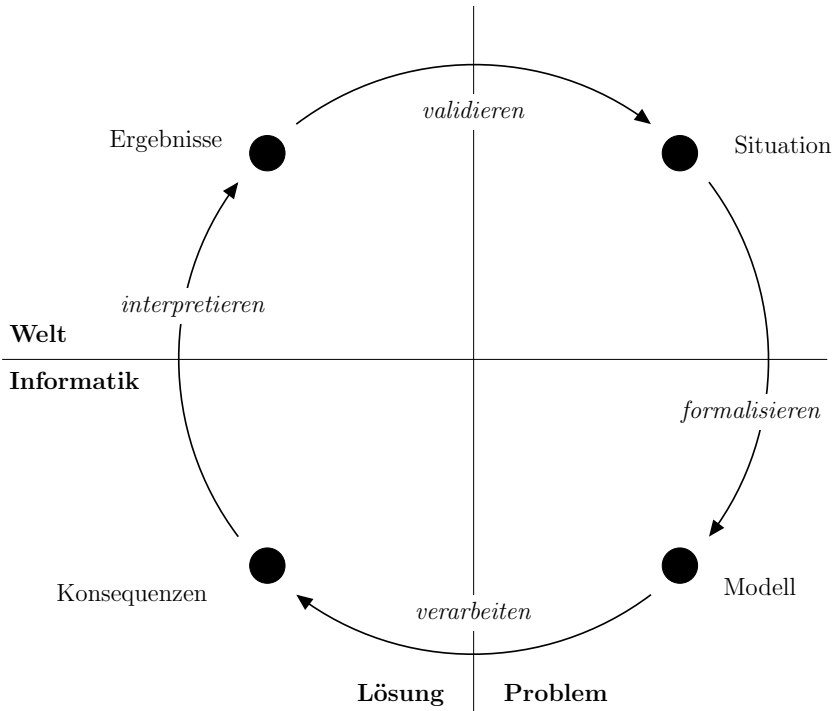


Abbildung 2.1: Informatischer Modellierungskreislauf¹²

Informatische Literalität

Das Konzept der informatischen Literalität basiert auf dem Literalitätsverständnis der OECD-Studien zur Messung der Wirksamkeit von Schüler*innenleistungen im Bereich Lesen, Schreiben, Rechnen (grundständige Literalität, engl. Literacy).

12 Nach Marco Thomas, *Informatische Modellbildung – Modellieren von Modellen als ein zentrales Element der Informatik für den allgemeinbildenden Schulunterricht*, Potsdam 2002; Humbert, *Didaktik der Informatik*, a.a.O., 14.

„Informatische Literalität ist die Fähigkeit einer Person, die Rolle zu erkennen und zu verstehen, die Informatik und Informatiksysteme in der Welt spielen, fundierte auf informatischem Wissen beruhende Urteile abzugeben und sich auf eine Weise mit der Informatik und ihren Anwendungen zu befassen, die den Anforderungen des gegenwärtigen und künftigen Lebens dieser Person als konstruktivem, engagierten und reflektierendem Bürger entspricht.“¹³

Die von Puhlmann angeführten Kompetenzklassen (Anwenden, Gestalten, Entscheiden) zeigen auf, in welcher Weise sich das Individuum bezüglich informatischer Modellierung und ihrer Erzeugnisse als ‚literat‘ bzw. handlungsfähig erweisen muss. Es lassen sich sowohl rezeptive wie auch produktive Handlungsfähigkeiten in den jeweiligen Kompetenzklassen verorten. Deren Verhältnis zu informatischen Kompetenzen ist im Modus einer Durchdringung zu sehen (Lesen bedeutet nun auch ‚Quelltext Lesen‘ oder ‚informatische Modelle Lesen‘) anstatt einer rein additiven Ergänzung. Das Konzept informatischer Literalität eröffnet die Möglichkeit, informatische Bildung, deren bildungstheoretische Erörterung nach wie vor ausstehend ist, etwas konkreter, kompetenzorientiert zu fassen. Diese Form der Literalität soll im vorliegenden Beitrag konturiert werden.

3. Medienpädagogik

Die Medienpädagogik versteht sich als Reflexions- und Handlungs- bzw. Gestaltungswissenschaft, die auf eine „forschungsbasierte sowie praxisrelevante Theoriebildung im Hinblick auf erziehungs- und bildungsrelevantes Handeln in Medienzusammenhängen“¹⁴ zielt. Historisch gesehen hat sich die Medienpädagogik in zwei Akzentsetzungen entwickelt: Zum einen geht es um die Frage, wie Medien in Lehr- und Lernprozessen genutzt werden können, um spezifische Lernaktivitäten anzuregen und zu unterstützen. Dieser Zweig hat sich in Form der Mediendidaktik als Wissenschaft und

13 Hermann Puhlmann, *Informatische Literalität nach dem PISA-Muster*, in: Peter Hubwieser (Hg.), *Informatik und Schule – Informatische Fachkonzepte im Unterricht*, 2003, 138.

14 DGfE Sektion Medienpädagogik, *Orientierungsrahmen für die Entwicklung von Curricula für medienpädagogische Studiengänge und Studienanteile*, 2017, 2. <https://doi.org/10.21240/mpaed/00/2017.12.04.X>.

Lehre vom Lehren und Lernen mit Medien etabliert¹⁵. Zum anderen geht es um Erziehungs- und Bildungsaufgaben, die sich angesichts der zunehmenden Mediennutzung durch Kinder und Jugendliche stellen, und um ihre Bewältigung.

Medienbildung

Die Fähigkeiten, Fertigkeiten und Einstellungen, die es den Einzelnen erlauben, sich in der digital geprägten (Medien-)Welt zu orientieren, an ihr teilzuhaben und sie aktiv mitzugestalten, werden in der Medienpädagogik seit langem unter dem Konstrukt der Medienkompetenz diskutiert. Sie bezieht sich gemeinhin auf alle Arten von Print-, audiovisuellen oder computerbasierten Medien. In etwas präziserer Beschreibung können Medien als Mittler verstanden werden, durch die in kommunikativen Zusammenhängen (potenzielle) Zeichen mit technischer Unterstützung übertragen, gespeichert, wiedergegeben oder verarbeitet und in abbildhafter oder symbolischer Form präsentiert werden¹⁶. Ein solcher Medienbegriff nimmt auch Bezug auf die Besonderheit digitaler, d. h. auf Informatiksystemen basierender, Medien, die Zeichen prozessieren und verarbeiten können.

Die wissenschaftliche Diskussion um Medienkompetenz wurde in Deutschland stark von Baacke beeinflusst, der – ausgehend von kommunikativer Kompetenz im Anschluss an Chomsky und Habermas – Medienkompetenz in den Dimensionen Medien-Kritik, Medien-Kunde, Medien-Nutzung und Medien-Gestaltung beschrieb¹⁷. In der Folge sind verschiedene Konzepte entstanden, die den Begriff der Medienkompetenz in einem ähnlichen handlungstheoretisch-pädagogischen Verständnis, zum Teil mit unterschiedlichen Akzentsetzungen und Strukturierungen, auslegen¹⁸. Gemein-

15 Vgl. z. B. Gerhard Tulodziecki und Bardo Herzig, *Mediendidaktik. Medienverwendung in Lehr- und Lernprozessen*, München 2010; Michael Kerres, *Konzeption und Entwicklung medialer Lernangebote*, Mediendidaktik, Berlin 2018. <https://doi.org/10.1515/9783110456837>.

16 Vgl. zur Genese dieser Definition Bardo Herzig, *Medienbildung. Grundlagen und Anwendung*, München 2012.

17 Vgl. Dieter Baacke, *Medienpädagogik*, in: Erich Straßner (Hg.), *Grundlagen der Medienkommunikation*, Tübingen 1997.

18 Vgl. z. B. Gerhard Tulodziecki, Bardo Herzig und Silke Grafe, *Medien in Erziehung und Bildung: Grundlagen einer handlungs- und entwicklungsorientierten Medienpädagogik*, 3. Aufl., Bad Heilbrunn 2021; Stefan Aufenanger, *Multimedia und Medienkompetenz – Forderungen an das Bildungssystem*, in: Stefan Aufenanger, Renate Schulz-Zander,

sam ist den Ansätzen, dass der Begriff der Kompetenz in der Regel auf Wissen, Können, Einstellungen und Handlungsmuster von Individuen zielt.

Der Medienkompetenzbegriff hat von verschiedener Seite Kritik erfahren und ist zunehmend durch den Begriff der Medienbildung ersetzt worden. Die Einwände beziehen sich z. B. auf eine zu schwache Berücksichtigung von Kritikfähigkeit und reflexiver Haltung gegenüber einer sozialtechnologischen Engführung¹⁹, auf die einseitige Betonung von Verfügungswissen gegenüber Orientierungswissen²⁰, auf die Konzentration des Verhältnisses von Mensch und Medien gegenüber dem Verhältnis von Mensch und Welt²¹ oder auf die Fokussierung auf Lernvorgänge gegenüber selbstgesteuerten Entwicklungs- und Bildungsprozessen²². Im vorliegenden Beitrag wird die Auffassung vertreten, dass sich kompetenz- und bildungstheoretische Überlegungen vor allem dann konstruktiv zueinander in Beziehung setzen lassen, wenn man Medienbildung vornehmlich als Prozessbegriff verwendet und Ansätze zur Medienkompetenz als Grundlage für die Beschreibung von wünschenswerten Kompetenzniveaus nutzt.

4. Kohärenzbetrachtung „Informatische Bildung – Medienbildung“

Mit dem skizzierten Verständnis von Medienpädagogik und Informatik deuten sich Überschneidungen im Objektbereich an: Beide haben Aspekte zum Gegenstand, die in digitalen Medien und/oder Informatiksystemen in Alltag, Freizeit und Berufswelt eine Rolle spielen. Allerdings führte dies in der Vergangenheit nicht selbstverständlich dazu, Verbindungen zwischen

Dieter Spanhel (Hg.), *Jahrbuch Medienpädagogik*, Opladen, 2001, 1, 109–122 <https://doi.org/10.1007/978-3-322-97494-5>; Norbert Groeben, *Dimensionen von Medienkompetenz: Deskriptive und normative Aspekte*, in: Norbert Groeben, Bettina Hurrelmann (Hg.), *Medienkompetenz. Voraussetzungen, Dimensionen, Funktionen*, München 2002, 160–197; Bernd Schorb, *Medienkompetenz*, in: Jürgen Hüther, Bernd Schorb (Hg.), *Grundbegriffe Medienpädagogik*, München 2005, 257–262.

- 19 Vgl. Stefan Aufenanger, *Medien-Visionen und die Zukunft der Medienpädagogik, medien praktisch*, 24(93)(2000), 4–8.
- 20 Vgl. Wilfried Marotzki, *Von der Medienkompetenz zur Medienbildung*, in: Rainer Brödel, Julia Kreimeyer (Hg.), *Lebensbegleitendes Lernen als Kompetenzentwicklung. Analysen – Konzeptionen – Handlungsfelder*, Bielefeld 2004, 63–74.
- 21 Vgl. Manuela Pietraß, *Für alle alles Wissen jederzeit*, in: Hubert Kleber (Hg.), *Perspektiven der Medienpädagogik in Wissenschaft und Praxis*, München 2005, 39–50.
- 22 Vgl. Dieter Spanhel, *Medienbildung statt Medienkompetenz?*, *merz medien + erziehung* 54 (2010), 49–54.

der Informatik und der Medienpädagogik herzustellen. Lange Zeit verliefen Entwicklungen in den Bereichen Medienbildung, informatische Grundbildung und Unterrichtsfach Informatik unabhängig voneinander²³, erst 1999 wurden erste Empfehlungen zum Zusammenhang von informatischer Bildung und Medienerziehung formuliert²⁴. Eine Betrachtung von Informatiksystemen als Werkzeug und als Medium bildete den Ausgangspunkt für ein Gesamtkonzept zur informatischen Bildung an allgemeinbildenden Schulen²⁵. In diesem Kontext wurde auch in übergreifenden bildungspolitischen Verlautbarungen auf den Zusammenhang von Medienerziehung und informationstechnischer Bildung²⁶ oder informatischer Grundkenntnisse²⁷ genommen, allerdings zunehmend in einer generischen Weise mit Blick auf digitalisierungsbezogene Kompetenzen.

Nachfolgend werden jenseits bildungspolitischer Verlautbarungen Verbindungen – hier als Kohärenzlinien bezeichnet – zwischen Informatik und Medienpädagogik bzw. informatischer Literalität und Medienbildung systematisch aus theoretischer und konzeptioneller Perspektive aufgezeigt.

Theoriebezogene Kohärenzlinien

Eine zentrale Kohärenzlinie zwischen Informatik und Medienpädagogik stellen semiotische Überlegungen dar. Damit verbunden ist die Sichtweise des Computers als (instrumentales) Medium und eine semiotische Sichtweise auf Software. Schelhowe argumentiert, dass wesentliche Merk-

23 Vgl. z. B. Wilfried Brauer u. a., *Zielsetzungen und Inhalte des Informatikunterrichts*, in: Wolfgang Arlt und Klaus Haefner (Hg.), *Informatik als Herausforderung an Schule und Ausbildung*, Heidelberg 1984, 338–346; oder BLK (Hg.), *Gesamtkonzept für die Informationstechnische Bildung in Schule und Ausbildung*, BLK – Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung 16 (1987); oder BLK (Hg.), *Medienerziehung in der Schule. Orientierungsrahmen*, BLK – Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung, 44 (1995).

24 Vgl. Annemarie Hauf-Tulodziecki, *Informatische Bildung und Medienerziehung. Entwurf einer Empfehlung im Auftrag des Fachausschusses 7.3 „Informatische Bildung in Schulen“ der Gesellschaft für Informatik e.V.*, in: Andreas Schwill, *Informatik und Schule. Informatik aktuell*, Berlin/Heidelberg 1999. https://doi.org/10.1007/978-3-642-60238-2_10.

25 Vgl. Gesellschaft für Informatik e.V., *Empfehlung für ein Gesamtkonzept zur informatischen Bildung an allgemein bildenden Schulen*, LOG IN 20 (2000), 378–382.

26 Vgl. KMK, *Medienpädagogik in der Schule. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 12.05.1995*, 1995.

27 Vgl. KMK, *Strategie der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“*, a.a.O.

male des Computers „die der zunehmenden Semiotisierung aller unserer Arbeits- und Lebensprozesse und der Kondensierung und Reduzierung von Zeichenprozessen in Modellen, Formalisierungen und schließlich in Implementierungen in Automaten“²⁸ sind. Nake hat mit Blick auf die Mensch-Maschine-Interaktion das algorithmische Zeichen eingeführt, das erlaubt, diese Interaktion differenziert, aber „auf einheitlichem Grund“ zu beschreiben²⁹. Herzig zeichnet mit Hilfe semiotischer Überlegungen – wie Nake auf der Basis von Peirce – die Entwicklung der Medien als technische Artefakte zur Registration, Produktion, Transmission und Berechnung von zeichenfähigen Mustern nach und arbeitet auf dieser Basis die Besonderheiten digitaler Medien heraus³⁰. Dabei werden auch informatische Prozesse, z. B. die Softwareentwicklung oder die Mensch-Maschine-Interaktion, als Zeichenprozesse rekonstruiert und damit als anschlussfähig an die medienpädagogische Diskussion im Rahmen kommunikations- und interaktionstheoretischer Überlegungen charakterisiert³¹. Auch Keil beschreibt Software semiotisch als „typografische Steuerungen, d. h. Signale und Signalwege werden als Text beschrieben, der von einem Prozessor ausgeführt wird“³². In all diesen Ansätzen wird auf zentrale Begriffe, Prinzipien oder Paradigmen – wie z. B. Zeichen, Semiotisierung, Muster, Berechenbarkeit, Formalisierung, Software, Algorithmus und Interaktion – rekurriert, die sowohl im medienpädagogischen und im medienwissenschaftlichen als auch im informatischen Diskurs anschlussfähig sind.

Die semiotische Kohärenz von Informatiksystem und Medium – stellvertretend für Informatik und Medienpädagogik – hat nicht nur deskriptiven Wert, sondern verweist gleichzeitig auf bildungsrelevante Konsequenzen, denn als zeichenverarbeitende Maschine ist ein Informatiksystem an der Produktion und Veränderung medialer Inhalte beteiligt und kein ,ge-

28 Heidi Schelhowe, *Technologie, Imagination und Lernen. Grundlagen für Bildungsprozesse mit Digitalen Medien*, Münster 2007, 175.

29 Frieder Nake, *Das algorithmische Zeichen*, in: Kurt Bauknecht, Wilfried Brauer, Thomas Mück (Hg.), *Informatik 2001. Tagungsband GI/OCG Jahrestagung 2001*, 2001, 740.

30 Vgl. Bardo Herzig, *Medienbildung*, München 2012, 113–175, 139.

31 Vgl. Bardo Herzig, *Medienbildung*, a.a.O., 118–133, 177–200.

32 Reinhard Keil, *Hypothesengeleitete Technikgestaltung als Grundlage einer kontextuellen Informatik*, in: Andreas Breiter und Martin Wind (Hg.), *Informationstechnik und ihre Organisationslücken*, Münster 2011, 165–184.

räuscharmes‘ Medium, das das, worauf es angewendet wird, so wenig wie möglich verändert³³.

Die Verbindung einer informatischen und einer medienpädagogischen Perspektive lässt sich auch über technikphilosophische Überlegungen herstellen. Kroes beschreibt technische Artefakte als „[...] physical structure with a for-ness which is captured by its technical function“³⁴. Struktur und Funktion bilden die duale Natur von technischen Artefakten und stehen in engem Zusammenhang. Bei digitalen Medien wird durch die Programmierbarkeit ein Möglichkeitsraum von Funktionen eröffnet, die jeweils über eine Schnittstelle kommuniziert werden. Strukturell werden diese Funktionen im konkreten Medium algorithmisch bestimmt. Medien-erzieherisch relevant wird dies, wenn bestimmte Funktionen nicht nach außen kommuniziert werden, aber (un-)mittelbare Auswirkungen auf die Nutzenden haben. Solche Intransparenzen zeigen sich auch in Algorithmen selbst, wenn etwa beim maschinellen Lernen Lösungen nicht mehr regelbasiert generiert, sondern auf der Basis von Trainingsdaten als Parameter in neuronalen Netzen gespeichert werden und damit die Produktion der Ergebnisse nicht mehr im Detail nachvollzogen werden kann³⁵. Mediendiaktisch sind transparente Modelle und Quelltexte eine zentrale Voraussetzung, um Informatiksysteme für die eigenen Bedarfe zu adaptieren.

Konzeptionelle Kohärenzlinie

Auf konzeptioneller Ebene kann zwischen Kompetenzmodellen für Lernende und solchen für Lehrende unterschieden werden. Diese lassen sich jeweils wiederum als wissenschaftliche oder bildungspolitische bzw. curriculare Modelle ausweisen. Dabei gilt, dass die Kompetenzen der Lernenden zugleich Voraussetzung der Kompetenzen der Lehrenden sind.

33 Vgl. Elena Esposito, *Der Computer als Medium und Maschine*, *Zeitschrift für Soziologie* 4 (1993), 338–354. <https://doi.org/10.1515/zfsoz-1993-0502>.

34 Peter Kroes, *Technical Artefacts – Creations of Mind and Matter*, Dordrecht/Heidelberg/New York/London 2012, 4. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-3940-6>.

35 Vgl. Bardo Herzig, Emanuel Sarjevski, Dolph Hielscher, *Algorithmische Entscheidungssysteme und digitale Souveränität*, *Merz Wissenschaft*, 66 (2022), 95–106.

Zielgruppe: Lernende	wissenschaftlich (exemplarisch)	bildungspolitisch
Informatik	informatische Literalität ³⁶	Empfehlungen der GI ³⁷
Medienpädagogik	Medienkompetenz, Medienbildung ³⁸	KMK-Strategie „Bildung in der digitalen Welt“ ³⁹

Tabelle 4.1: Wissenschaftliche und curriculare Bezugspunkte von Informatik und Medienpädagogik – Zielgruppe: Lernende

Schaut man zunächst auf *Kompetenzmodelle für Lernende*⁴⁰, treten als wissenschaftliche Modelle insbesondere dasjenige der Medienkompetenz nach Baacke und das Konzept informatischer Literalität hervor. Gemeinsam ist beiden Modellen, dass sie im Wesentlichen vier Dimensionen von Kompetenzen abdecken: eine kenntnisbezogene, eine anwendungsbezogene, eine gestalterische und eine kritische. Der Vergleich der Kompetenzklassen von Puhlmann mit den Dimensionen der Medienkompetenz von Baacke führt zu folgenden gegenseitigen Bezügen:

Fachwissen	←————→	Medienkunde
Anwenden	←————→	Mediennutzung
Gestalten	←————→	Mediengestaltung
Entscheiden	←————→	Medienkritik

In der Weiterführung der Arbeiten von Baacke sehen Tulodziecki, Herzig und Grafe⁴¹

36 Vgl. Hermann Puhlmann, *Informatische Literalität nach dem PISA-Muster*, a.a.O.

37 Vgl. Gesellschaft für Informatik e.V. (Hg.), *Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule. Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I*, 2008; Gesellschaft für Informatik e.V. (Hg.), *Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe II*, 2016; Gesellschaft für Informatik e.V. (Hg.), *Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich*, 2019.

38 Vgl. zur Medienkompetenz: Dieter Baacke, *Medienpädagogik*, a.a.O.; zur Medienbildung: Gerhard Tulodziecki, Bardo Herzig und Silke Grafe, *Medien in Erziehung und Bildung: Grundlagen einer handlungs- und entwicklungsorientierten Medienpädagogik*, a.a.O.

39 Vgl. KMK (Hg.), *Strategie der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“*, a.a.O.

40 Vgl. Tab. 4.1.

41 Vgl. Gerhard Tulodziecki, Bardo Herzig und Silke Grafe, *Medien in Erziehung und Bildung: Grundlagen einer handlungs- und entwicklungsorientierten Medienpädagogik*, a.a.O., 199.

- Handhabungsfertigkeiten als Basis für eine funktionsgerechte Nutzung von Medien bzw. von Hard- und Software,
- Kommunikationsfähigkeit als Basis für das Verstehen von Medienbotschaften und für eigene mediale Mitteilungen,
- Kenntnisse und Verstehen in verschiedenen Inhaltsbereichen (s.u.) als Grundlage für eine reflexive rezeptive, interaktive und produktive Mediennutzung,
- Recherche- und Strukturierungsfähigkeiten als Voraussetzung zur Nutzung der Medienpotenziale,
- Fähigkeit zur Analyse und Bewertung von Medienangeboten und eigenen Medienbeiträgen und
- Problemlöse-, Entscheidungs-, Gestaltungs- und Urteilsfähigkeit als Grundlage für sachgerechtes, selbstbestimmtes, kreatives und sozial verantwortliches Handeln im Medienbereich.

Um entsprechende Kompetenzen in diesen Zielbereichen zu erwerben, ist eine Auseinandersetzung mit verschiedenen Inhaltsbereichen erforderlich, konkret mit der Medienlandschaft und ihrer digitalen Infrastruktur (u.a. Daten, Information, Modellierung, Algorithmen), mit Gestaltungsmerkmalen medialer Botschaften (u.a. automatisierte Generierung medialer Botschaften), mit Medieneinflüssen auf Individuum und Gesellschaft und mit Bedingungen der Medienproduktion und -verbreitung (z. B. technische, rechtliche, ökonomische oder politische)⁴².

Der hier nur angedeutete Vergleich auf einer konzeptionellen Ebene zeigt, dass Medienbildung und informatische Bildung kohärent gestaltet werden können, wenn sie auf die genannten Handlungsdimensionen abzielen bzw. von diesen ausgehen. Die bildungspolitisch curricular vorgegebenen Ziele und Kompetenzen werden etwa in der KMK-Strategie zur „Bildung in der digitalen Welt“⁴³ und in den Empfehlungen der GI für Bildungsstandards Informatik⁴⁴ manifestiert. Im Gegensatz zum wissen-

42 Vgl. Gerhard Tulodziecki, Bardo Herzig und Silke Grafe, *Medien in Erziehung und Bildung*, a.a.O., 203–206.

43 Vgl. KMK (Hg.), *Strategie der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“*, a.a.O.

44 Vgl. Gesellschaft für Informatik e.V. (Hg.), *Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule. Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I*, a.a.O.; Gesellschaft für Informatik e.V. (Hg.), *Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe II*, a.a.O.; Gesellschaft für Informatik e.V. (Hg.), *Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich*, a.a.O.

schaftlichen Bereich divergieren die in diesen Dokumenten formulierten Ziele und Kompetenzen für Medienbildung bzw. informatische Bildung sehr stark – zumindest in ihrer Formulierung, wenn nicht gar aber in ihrer Intention. Dies rührt von schulpraktischen Gepflogenheiten der strikten Organisation der Informatik in einem eigenen Schulfach (was sehr wünschens- und empfehlenswert, allerdings immer noch vielerorts ein Politikum ist) her. In den Empfehlungen zur „Informatischen Bildung und Medienerziehung“ der Gesellschaft für Informatik e.V. heißt es: „Für eine reflektierte Nutzung computerbasierter Medien ist es notwendig, sich bewusst zu machen, welchen spezifischen Beitrag Informatiksysteme – gegenüber anderen Medien sowie im Vergleich mit nichtmedialen Möglichkeiten – in dem jeweiligen Zusammenhang leisten können.“⁴⁵ Bei der Frage nach Privatheit und Öffentlichkeit, Flexibilisierung von Arbeit können Informatiksysteme als „Maschine, Werkzeug und Medium im Prozess der Globalisierung“⁴⁶ betrachtet werden. Die Gestaltung mit und von Informatiksystemen setzt Implementierungsfertigkeiten (Programmieren) voraus. Im Sinne der Demokratie ist aber zudem ein darüberhinausgehendes Verständnis für informatische Strukturen zu entwickeln⁴⁷, das auf fachlicher Basis auch gesellschaftliche Implikationen reflektiert.

In Bezug auf *Kompetenzen von Lehrkräften*⁴⁸ haben Mishra und Koehler das auf Shulman zurückgehende Modell des „pedagogical-content-knowledge“ (PCK)⁴⁹ um die Komponente des Technologischen (TPACK)⁵⁰ erweitert. Neben fachwissenschaftlichen, bildungswissenschaftlichen bzw. pädagogischen und fachdidaktischen Kompetenzen wird damit technisches Wissen in seinem Zusammenspiel mit diesen drei Bereichen ergänzt. Allerdings bezieht sich dies im Wesentlichen auf anwendungsbezogenes Wissen, was Döbeli Honegger veranlasst hat, das technische Anwendungswissen durch Digitalitätskompetenz zu ersetzen und grundsätzlich auf Kompeten-

45 Annemarie Hauf-Tulodziecki, *Informatische Bildung und Medienerziehung*, a.a.O., 124.

46 Annemarie Hauf-Tulodziecki, *Informatische Bildung und Medienerziehung*, a.a.O., 125.

47 Vgl. ebd.

48 Vgl. Tab. 4.2.

49 Vgl. Lee S. Shulman, *Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform*, in: *Harvard Educational Review* 57 (1987), 1–22. <https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r5645541l>.

50 Vgl. Punya Mishra, Matthew J. Koehler, *Technological Pedagogical Content Knowledge. A Framework for Teacher Knowledge*, *Teachers College Record* 108 (2006), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>.

zen und nicht auf Wissen zu rekurreren⁵¹. Dem liegt die Annahme zugrunde, dass Lehrkräfte neben der Perspektive der Anwendung auch die technologische und die gesellschaftlich-kulturelle Perspektive in den Blick nehmen müssen, wenn sie kompetent unterrichten wollen. Er identifiziert neben der Fachdidaktik (pedagogical content knowlegde) drei weitere Schnittmengen: die digitale pädagogische Kompetenz, die er der Medien- didaktik zuordnet; die digitale Inhaltskompetenz, in deren Rahmen die Lehrkraft die Bedeutung der digitalen Transformation für ihre jeweiligen Fachdidaktiken (Wissenschaft, Beruf, Fach) durchdringt; die digitale pädagogische Inhaltskompetenz, welche im Zentrum der Betrachtungen steht und die Teilkompetenzen integriert.

Zielgruppe: Lehrende	wissenschaftlich (exemplarisch)	bildungspolitisch
Informatik	Desiderat: informatikdidaktisches Kompetenzmodell	Empfehlung der GI ⁵²
Medienpädagogik	TPACK, DPACK; medienpädagogische Kompetenz ⁵³	KMK 2019, DigCompEdu ⁵⁴

Tabelle 4.2: Wissenschaftliche und curriculare Bezugspunkte von Informatik und Medienpädagogik – Zielgruppe: Lehrende

51 Vgl. Abb. 4.1: DPACK-Modell; Abbildung nach Beat Döbeli Honegger, *Covid-19 und die digitale Transformation in der Schweizer Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung – Zeitschrift zu Theorie und Praxis der Aus- und Weiterbildung von Lehrerinnen und Lehrern, 39 (2021), 417 (CC-BY-SA Frederick Heyder). <https://doi.org/10.36950/bzl.39.2021.9217>.

52 Vgl. Gesellschaft für Informatik e.V. (Hg.), *Informatikkompetenzen für alle Lehrkräfte*, 2023. http://doi.org/10.18420/rec2023_064.

53 Vgl. zu TPACK: Punya Mishra, Matthew J. Koehler, *Technological Pedagogical Content Knowledge*, a.a.O.; vgl. zu DPACK: Beat Döbeli Honegger, *Covid-19 und die digitale Transformation in der Schweizer Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, a.a.O.; medienpädagogische Kompetenz: Bardo Herzig, Alexander Martin, *Lehrerbildung in der digitalen Welt – konzeptionelle und empirische Aspekte*, in: Julia Knopf, Silke Ladel, & Andreas Weinberger (Hg.), *Digitalisierung und Bildung*, Wiesbaden 2018, 89–113. https://doi.org/10.1007/978-3-658-18333-2_6.

54 Vgl. KMK (Hg.), *Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004 id.F. v. 16.05.2019*, 2019; vgl. zu DigCompEdu: EU Science Hub (Hg.), *Digital Competence Framework for Educators (DigCompEdu)*. Fassung vom 26.02.2019, 2017.

der Mediendidaktik beispielsweise die Fähigkeit, empirische Ergebnisse zum Lehren und Lernen mit Medien sachgerecht darzustellen. Für die Bewertung können neben empirischen auch normative oder realisierungsbezogene Kriterien relevant sein.

- Analysieren und Bewerten von Beispielen für medienpädagogisches Handeln: Hierzu zählt z. B. in Bezug auf den Bereich der Mediendidaktik die Fähigkeit, Unterrichtsbeispiele mit Medienverwendung hinsichtlich von Zielen oder Lernvoraussetzungen zu analysieren.
- Entwickeln von eigenen Beispielen für medienpädagogisches Handeln: Dieser Kompetenzaspekt betont z. B. die Fähigkeit, theoriegeleitet ein Medienangebot im Hinblick auf einen geplanten Unterricht zu entwickeln.

Für die medienerzieherischen und schulentwicklungsbezogenen Aufgaben ließen sich entsprechende Konkretisierungen vornehmen.

Die skizzierten Modelle reflektieren jeweils die Bedeutung von digitalen Medien als ein zentrales Element professionellen pädagogischen Handelns und sind damit sowohl an Diskurse zur Medienbildung als auch zur informatischen Bildung anschlussfähig. Ein wichtiger Wert solcher Modelle liegt in der Systematisierung von Kompetenzen z. B. für die Gestaltung entsprechender Curricula oder sie dienen als Voraussetzung für die Entwicklung von Instrumenten zur Erfassung von Kompetenzen. Gleichzeitig wird deutlich, dass die Gestaltung von Lehr- und Lernsituationen einer Verbindung fachwissenschaftlicher, fachdidaktischer und pädagogischer Kompetenzen bedarf, die in ihrer jeweiligen gemeinsamen Ausprägung in den Überschneidungsbereichen allerdings bisher nicht hinreichend bestimmt sind. Im vorliegenden Beitrag wird insbesondere die Schnittstelle zwischen pädagogischen und solchen informatischen bzw. informatikdidaktischen Kompetenzen adressiert, die für alle Lehrkräfte unabhängig von ihren Unterrichtsfächern relevant sind. Mit Bezug auf die in Tabelle 4.1 aufgezeigte Systematik bildet die Ebene der Modelle zur Vermittlung von informatischer Literalität noch eine Leerstelle. Es stellt sich aber die Frage, ob es hier notwendig ist, ein neues Modell zu entwickeln oder ob die Lücke nicht auf der Basis bestehender informatikdidaktischer Modelle und von Arbeiten aus der Medienpädagogik, die explizit auch auf informatische Aspekte abheben, geschlossen werden kann. Vor dem Hintergrund der bisherigen Überlegungen wären für Lehrkräfte aller Fächer demnach folgende Elemente zielführend: eigene informatische Kompetenzen, eine Erschließung der Bedeutung von Informatik und ihren Erzeugnissen für die

Schüler*innen, eine reflektierte Anwendung und Gestaltung (im Sinne der Kompetenzklasse ‚Entscheidung‘) und die Integration dieser Fähigkeiten in die Wahrnehmung von Bildungs-, Erziehungs- und Schulentwicklungsaufgaben.

Im weiteren Verlauf des Beitrags wird ein Vorgehen gewählt⁵⁸, in dem konkrete Maßnahmen zur Entwicklung von Kompetenzen nicht deduktiv aus den Modellen abgeleitet, sondern induktiv aus beruflichen Anforderungs- bzw. Handlungssituationen heraus entwickelt und dann auf die Modelle bezogen werden.

Auf bildungspolitischer Ebene sind ‚Lehrenden-Kompetenzmodelle‘ z. B. in den KMK-Standards Bildungswissenschaften⁵⁹ oder auf internationaler Ebene im Rahmenkonzept DigCompEdu⁶⁰ verankert. Sie legitimieren für die Bildungseinrichtungen hochschuldidaktische Maßnahmen zur Umsetzung der o. g. wissenschaftlichen Modelle in der Lehrkräftebildung.

Methodisch-didaktische Kohärenzlinie

Um Phänomene aus dem Alltag (Berufs- und Lebenswelt) informatisch zu beschreiben und einzuordnen, kann das informatikdidaktische Konzept der *Phänomenorientierung*⁶¹ herangezogen werden: Humbert und Puhlmann unterscheiden drei Bereiche von Phänomenen, die verschieden sind hinsichtlich ihrer Prägung durch Informatiksysteme. Der erste Bereich adressiert Phänomene mit direktem Bezug zu Informatiksystemen, beispielsweise das Touchdisplay von einem Smartphone. Gerade durch diesen Bereich, der Geräte in den Fokus stellt, wird in der breiten Öffentlichkeit die Informatik unmittelbar als ubiquitär wahrgenommen. Doch legen der zweite und der dritte Phänomenbereich nahe, dass die Informatik über den rein haptisch-visuellen technischen Aspekt von diversen Geräten hinausgeht: Am Beispiel QR-Code, der zur effizienten Datenübermittlung an ein Informatiksystem eingesetzt wird, erkennt man, dass ein mittelbarer Informatiksystembezug, ebenso viel Informatik‘ umfasst. Die Anordnung

58 Vgl. Abschnitt 5.

59 Vgl. KMK (Hg.), *Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften*, a.a.O.

60 Vgl. EU Science Hub (Hg.), *Digital Competence Framework for Educators (DigCompEdu)*, a.a.O.

61 Vgl. Ludger Humbert und Hermann Puhlmann, *Essential Ingredients of Literacy in Informatics*, in: Johannes Magenheimer und Sigrid Schubert (Hg.), *Informatics and Student Assessment. Concepts of Empirical Research and Standardisation of Measurement in the Area of Didactics of Informatics*, Bonn 2004, 65–76.

der schwarz-weißen Pixel in einem Quadrat stellt eine spezifische, auf Konvention basierende Codierung dar, die zunächst nur auf einem Papier o.ä. abgedruckt ist; dies ist das Phänomen, das wir wahrnehmen. Ihm voraus geht jedoch die Erstellung durch ein Informatiksystem; um an die Daten, genauer: die Zeichenkette, die durch den QR-Code codiert wird, zu gelangen, wird ein Scanner benötigt, der an ein Informatiksystem angeschlossen ist bzw. in ebendieses baulich integriert.

Der dritte Phänomenbereich nimmt schließlich gänzlich Abstand zu Informatiksystemen und zeigt auf, dass auch ohne Informatiksysteme informatische Gegenstände und Methoden in lebensweltlichen Vorgängen präsent sind. Am Beispiel des Anstellens beim Mittagessen in der Schulmensa kann dies verdeutlicht werden: Zur formalen Beschreibung der Möglichkeiten des Anstellens bedarf es einer Datenstruktur (Warteschlange oder *engl.* Queue⁶²), zur formalen Beschreibung der Dynamik der Bewegungsabläufe wird ein Algorithmus benötigt. Insbesondere Phänomene aus diesem dritten Bereich eignen sich, Anliegen, Konzepte und Potential der Informatik zu veranschaulichen – ganz im Gegensatz zu den überrepräsentierten, allgegenwärtigen Informatiksystemen selbst (erster Phänomenbereich), die zunächst oft nur ‚black boxes‘ und weder selbsterklärend noch diskursanregend sind. Die Phänomenorientierung als fachdidaktischer Ansatz bietet in informatischen Bildungsprozessen somit die Möglichkeit, lebensweltnahe Zugänge für die Schüler*innen vielgestaltig zu schaffen und dabei zugleich fachlichen Belangen nachzukommen.

Medienpädagogisch lässt sich an die Phänomenorientierung anschließen. In ihrem handlungs- und entwicklungsorientierten Verständnis von Medienpädagogik gehen Tulodziecki, Herzig und Grafe davon aus, dass medienpädagogische Aktivitäten von der Lebenssituation, von der Bedürfnislage und vom Erfahrungsstand von Kindern und Jugendlichen ausgehen sollten⁶³. In der alltäglichen Mediennutzung erweisen sich Medien als besonders nutzungsfreundlich, wenn ihre technologische Seite in den Hintergrund rückt oder gar unsichtbar wird. Für eine bildende Auseinandersetzung mit Medien ist es daher didaktisch sinnvoll, von solchen Phänomenen auszugehen, die unmittelbar erfahrbar sind (z. B. personalisierte

62 Bei der Datenstruktur Queue werden die „eintreffenden“ Datensätze – im Beispiel die Personen, die die Mensa besuchen – nach dem First-In-First-Out-Prinzip (FIFO) aufgenommen.

63 Vgl. Gerhard Tulodziecki, Bardo Herzig und Silke Grafe, *Medien in Erziehung und Bildung*, a.a.O., 76.

Werbung) und von dort die relevanten informatischen Konzepte (z. B. algorithmische Empfehlungssysteme) zu erschließen.

5. Informatische Konzepte und Medienbildung im beruflichen Handlungsfeld von Lehrkräften

Eine Auseinandersetzung mit informatischen Grundlagen im Lehramtsstudium anzuregen, gestaltet sich außerhalb des Unterrichtsfaches Informatik naturgemäß schwierig, weil zum einen die Konzepte als abstrakt und ggf. schwierig vermutet werden, und zum anderen, weil die Relevanz einer fachfremden Disziplin für das eigene Unterrichtsfach nicht auf der Hand liegt. Daher wird im Folgenden ein Zugang über berufliche Handlungsfelder gewählt, in denen ausgehend von professionellen Aufgaben von Lehrkräften die Relevanz informatischer Grundlagen motiviert wird. Für die einzelnen Bereiche lassen sich – beispielhaft, nicht vollständig – folgende Aufgaben nennen:

- Im Handlungsfeld *Erziehen* fördert die Lehrkraft eine reflektierte und verantwortungsbewusste Nutzung von digitalen Medien, indem sie u.a. die Funktionsweise der ihnen zugrundeliegenden Informatiksysteme für die Schüler*innen transparent macht.
- Das Handlungsfeld *Beurteilen* umfasst unter anderem auch formelle Diagnostik, für die die Lehrkraft u.a. automatisierte Feedback-Systeme oder Methoden von Learning Analytics nutzt. Informatische Kompetenzen helfen ihr, Möglichkeiten und Grenzen dieser informatischen Werkzeuge abwägen zu können.
- *Beraten*: Durch Informatik(systeme) kann die Lehrkraft Beratungsprozesse asynchron und ortsunabhängig realisieren.
- *Innovieren*: In Schulentwicklungsprozessen sind Entscheidungen darüber zu treffen und zu begründen, welche informatischen Dienste zum Einsatz kommen sollen.
- *Unterrichten*: Die Lehrkraft bereitet Unterricht durch die Unterstützung von Informatiksystemen vor, indem sie beispielsweise Textgeneratoren nutzt, deren Ergebnisse sie aufgrund eines grundsätzlichen Verständnisses des zugrundeliegenden Informatiksystems einschätzen kann. Dabei dienen Informatiksysteme als Medien im Unterricht sowie als didaktische Werkzeuge zur methodischen Erweiterung und der Anreicherung von Lernangeboten. Gestalterisch unterstützen informatische Kompe-

tenzen z. B. bei der Aufbereitung medialer Repräsentationen von Inhalten für den Unterricht oder bei der Entwicklung interaktiver Elemente.

Die exemplarisch aufgezeigten Tätigkeiten machen deutlich, dass medienpädagogische und informatische Aspekte miteinander verwoben sind. Dies zeigt sich auch im Orientierungsrahmen für die Lehreraus- und -fortbildung ‚Lehrkräfte in der digitalisierten Welt‘ in Nordrhein-Westfalen. Dort werden, ebenfalls ausgehend von zentralen professionsbezogenen Handlungsfeldern, typische Aufgaben von Lehrkräften formuliert, die u.a. medienbezogene informatische Kompetenzen erfordern⁶⁴. Allerdings werden die damit adressierten spezifischen informatischen Konzepte nicht näher beleuchtet, sodass unklar bleibt, ob es sich ggf. eher um Anwendungsfähigkeiten handelt.

6. Hochschuldidaktische Überlegungen zur informatischen Bildung und Medienbildung

Im Folgenden werden auf der Basis der bisherigen Überlegungen zwei Beispiele skizziert, wie informatische Konzepte ausgehend von medienpädagogisch relevanten Aufgaben in der ersten Phase der Lehrkräftebildung erschlossen werden können. Ein erstes Beispiel aus einer mediendidaktischen Perspektive ist dem Handlungsfeld Unterrichten zuzuordnen, ein zweites aus einer medienerzieherischen Perspektive dem Handlungsfeld Erziehen.

Mediendidaktik

Durch das Projekt ‚Kohärenz in der Lehrerbildung‘, das aus der Qualitätsoffensive Lehrerbildung hervorgegangen ist, konnte an der Bergischen Universität Wuppertal von der Informatikdidaktik ein projektorientiertes Lehrformat ausgestaltet werden, in dem Lehramtsstudierende aller Fächer informatische Kompetenzen entwickeln. Insbesondere der mediendidaktische Zugang zur informatischen Bildung mit der Zielperspektive der Unterrichtsgestaltung wurde vorangetrieben. Die Veranstaltung soll dazu anregen, Fragen aus Sicht eines der im Bachelor studierten Fächer zu Ge-

⁶⁴ Vgl. Medienberatung NRW (Hg.), *Medienkompetenzrahmen NRW*, Münster/Düsseldorf 2020, 11.

genstandsbereichen der Informatik zu entwickeln. Die Auseinandersetzung mit einer individuellen Fragestellung aus dem ‚eigenen‘ wohlbekannten Fach erfordert informatische Fertigkeiten, die auf der assoziierten Ringvorlesung „Informatik im Alltag – Durchblicken statt Rumklicken“⁶⁵ aufbauen und punktuell vertieft werden müssen. Hierzu wird die Interaktion mit Informatiksystemen über exklusiv textuelle Schnittstellen im Seminar erarbeitet. In der Projektarbeit gestalten die Studierenden daraufhin typische Dokumentstrukturen ihrer Studienfächer; das informatische Werkzeug zur Gestaltung ist dabei die Auszeichnungssprache LaTeX, die die Studierenden sich im Rahmen des Seminars grundlegend aneignen. Anhand der textbasierten Interaktion mit dem Textsatzsystem TeX sowie der Modellierung von Dokumenten mit Implementierung in LaTeX lassen sich vielfältige Aspekte der Informatik aufschließen, die auch in großer Breite die informatischen Kompetenzen der o. g. GI-Bildungsdokumente adressieren. Die Studierenden durchlaufen den informatischen Modellierungskreis ausgehend von einer mediendidaktischen Fragestellung (Problemsituation). Mit den informatischen Methoden der Formalisierung zu einem Modell und der Implementierung bzw. Beschreibung eines Dokumentes in LaTeX gelangen sie dabei zu einer Lösung. Die informatischen Ergebnisse am Ende der Modellierung bedürfen wiederum einer mediendidaktischen Einordnung hinsichtlich Nützlichkeit, Anpassungs- oder Erweiterungsbedarf der entwickelten Lösung. Im Rahmen dieser Modellierungserfahrung entwickeln die Studierenden informatische Kompetenzen, die auch der geforderten informatischen Literalität zuträglich sind.

Medienerziehung

Eine wichtige medienerzieherische Aufgabe von Lehrkräften besteht darin, Schüler*innen zu einem verantwortungsbewussten und reflektierten Medienhandeln zu befähigen. Dies schließt ein, sich der Vorteile, aber auch

65 Für einen Überblick zur Veranstaltungskonzeption empfiehlt sich Daniel Losch und Ludger Humbert, *Durchblicken statt Rumklicken. Informatische Bildung für alle, Forschungsmagazin BUW.OUTPUT* 24 (2021), 18–23; um sich ein Bild von der wissenschaftlich begleiteten Weiterentwicklung des Lehrformates zu machen, sei auf Daniel Losch und Ludger Humbert, *Informatische Bildung für alle Lehramtsstudierenden. Reformprozess einer allgemeinbildenden Informatikveranstaltung in der universitären Lehrerbildung*, in: Arno Pasternak (Hg.), „Informatik für alle“ – INFOS 2019, 18. GI-Fachtagung Informatik und Schule, Bonn 2019, 119–128. <https://doi.org/10.18420/infos2019-b8> verwiesen.

der Gefahren der Mediennutzung im Alltag bewusst zu sein, um bewusste Entscheidungen für das eigene Handeln treffen zu können. Am Beispiel von sogenannten algorithmischen Empfehlungssystemen können Studierende entsprechende medienpädagogische und informatische Kompetenzen erwerben. Solche Systeme sind Studierenden i.d.R. nicht als Informatiksysteme bekannt, sondern begegnen ihnen beim alltäglichen Medienkonsum, z. B. in Form von personalisierter Werbung oder Filmempfehlungen auf Videoportalen. Ein reflektiertes und verantwortungsbewusstes Handeln würde voraussetzen, dass eingeschätzt werden kann, wie solche Empfehlungen zustande kommen und welche Auswirkungen sie ggf. haben. Vor dem Hintergrund dieser Ausgangssituation können sich Ziele in einem Hochschulseminar z. B. auf

- das Verständnis grundlegender Funktionen und Prinzipien von Empfehlungssystemen,
- die Einschätzung der Einflüsse auf die Meinungsbildung, das Konsumverhalten und die interessengeleitete Setzung von Themen,
- die Analyse und Interpretation von Nutzungsdaten,
- die Analyse und Bewertung von Geschäftsmodellen

beziehen.

Empfehlungssysteme sind intransparente Informatiksysteme, d. h. ihre Algorithmen und die erfassten und gehaltenen Daten sowie die damit verbundenen Empfehlungslogiken werden i.d.R. nicht offengelegt. Einen ersten Zugang können Studierende über die vom System ausgewerteten Daten erhalten, indem sie entweder für ein selbst genutztes Portal (z. B. TikTok) ihre Nutzungsdaten anfordern und diese – expliziten und impliziten – Daten mit Blick auf inhaltliche Vorlieben und Nutzungsmuster auswerten. Auf diese Weise lassen sich vielfältige Aussagen über das Nutzungsverhalten und die jeweilige Person aus den Daten gewinnen, die zu einem individuellen Profil zusammengeführt werden können. Alternativ können auch Scraping-Tools genutzt werden, die den eigenen Useraccount auslesen und die Daten visualisieren. Ein solches Vorgehen sensibilisiert nicht nur für das eigene Nutzungsverhalten, sondern auch für die Vielzahl von Daten, die – i.d.R. ohne Wissen der Nutzenden – vom Informatiksystem gesammelt und ausgewertet und zu Nutzungsprofilen verdichtet werden. In einem nächsten Schritt können anhand konkreter Beispiele Filterverfahren (z. B. demographisches oder kollaboratives Filtern) erarbeitet werden, um zu verstehen, wie Empfehlungen auf der Basis der erhobenen Nutzungsdaten

maschinell berechnet werden. Insgesamt kann so ein Einblick in Funktion und Struktur von digitalen Medien ermöglicht werden, die sonst nur aus einer Anwendungsperspektive wahrgenommen werden. Nicht zuletzt lässt sich dann auch einschätzen, wie das Entstehen von rabbit holes oder filter bubbles technisch oder algorithmisch unterstützt wird⁶⁶.

7. Fazit und Ausblick

Digitale Medien, die Lehrkräften im schulischen Alltag als Mittel oder als Gegenstand von Unterricht begegnen, werden in der Regel nicht mit Informatiksystemen oder informatischen Prinzipien verbunden, sieht man von den Fachlehrkräften der Informatik ab. Die dem Beitrag zugrundeliegende Annahme ist, dass sowohl die kompetente unterrichtliche Nutzung von digitalen Medien als auch die Förderung von Medienbildung eine grundlegende informatische Literalität bei Lehrkräften voraussetzt. Entsprechend wird für eine – von mediendidaktischen und medienerzieherischen Aufgabenstellungen im Kontext beruflicher Handlungsfelder ausgehende – informatische Bildung für Lehramtsstudierende aller (allgemeinbildenden) Fächer plädiert. Bisher werden in eher fragmentarischer Weise informatische Fragestellungen im Unterrichtsfach Informatik und Aspekte der Medienpädagogik in den Bildungswissenschaften in der ersten Ausbildungsphase bearbeitet. Ein Konzept für eine professionsbezogene und fachlich fundierte, integrierte Auseinandersetzung fehlt bisher weitgehend. Mit einer Kohärenzbetrachtung ‚Informatische Bildung – Medienbildung‘ lässt sich zeigen, dass beide Bereiche theoretisch, konzeptionell und methodisch-didaktisch gegenseitig anschlussfähig sind. So können beispielsweise aus der gemeinsamen semiotischen Grundlage Implikationen für Bildungszusammenhänge abgeleitet werden, ebenso wie wissenschaftliche und bildungspolitische Vorstellungen zum Kompetenzerwerb in sinnvoller Weise aufeinander bezogen werden können.

Um die Bedeutsamkeit der Auseinandersetzung mit informatischen Inhalten für Lehramtsstudierende zu motivieren, bietet es sich an, von zukünftigen professionsbezogenen Aufgaben von Lehrkräften (Unterrichten, Erziehen, Beurteilen, Beraten und Innovieren) auszugehen. Dazu wurden

66 Vgl. Bardo Herzig, E. Sarjevski und D. Hielscher, *Algorithmische Entscheidungssysteme und digitale Souveränität*, in: *merz Wissenschaft: Digitalität und Souveränität. Braucht es neue Leitbilder der Medienpädagogik?* 6 (2022), 95–106.

im Beitrag zwei Beispiele zu den Handlungsfeldern Unterrichten und Erziehen skizziert, die impulsgebend aufzeigen, welche Konzepte und Methoden aus Informatik bzw. Medienpädagogik konkret erarbeitet werden könnten.

Zu diskutieren bleibt die curriculare (hochschulische) Verantwortlichkeit für derartige Lehrangebote. Eigenständige Informatikangebote sind im Sinne des vorgestellten Ansatzes (nicht grundsätzlich!) keine zielführende Option, da die Lehramtsstudierenden kein Informatik-Studium parallel absolvieren sollten. Auch durch Hinzunahme der Informatikdidaktik wäre nur wenig gewonnen, da die Studierenden auf diese Weise zwar unterrichtspraktische Fragestellung im Kontext der informatischen Phänomene in den Blick nehmen können, jedoch die Medienpädagogik abstinent wäre. Diese müsste vielmehr ihre Angebote im bildungswissenschaftlichen Studium um die Entwicklung informatischer Kompetenzen anreichern. Dabei ist wiederum zu beachten, dass die informatische Fachlichkeit sichergestellt sein muss. Insgesamt dürfte eine ‚einfache Umsetzung‘ damit erschwert werden. Denn schließlich steht zudem offen, welches Curriculum für Lehrangebote, die dem vorgestellten Ansatz folgen, denkbar wäre. Welche Gegenstände und Methoden aus Informatik und Medienpädagogik werden warum ausgewählt und wie konkret verknüpft? In konzeptioneller Hinsicht stellt sich die Frage, wie medienpädagogische Kompetenzen von (angehenden) Lehrkräften um informatische Anteile systematisch ergänzt werden können bzw. sollen, sodass eine sowohl informatisch als auch medienpädagogisch fundierte Gestaltung von Lernsituationen für Schülerinnen und Schüler möglich wird.

Ratsam scheint es in der Zwischenzeit, pragmatisch bilaterale Koalitionen zwischen Informatik und Medienpädagogik zu formen und die im Beitrag lediglich angedeuteten Perspektiven zumindest probeweise in der Lehre aufzunehmen und sowohl medienpädagogische Aufgabenstellungen als auch die zugehörigen informatischen Konzepte aufzuarbeiten und in konkreten Ausbildungsformaten zu implementieren.

Literatur

Aufenanger, Stefan: *Multimedia und Medienkompetenz. Forderungen an das Bildungssystem*, in: Stefan Aufenanger/ Renate Schulz-Zander/ Dieter Spanhel (Hg.), *Jahrbuch Medienpädagogik*, Opladen 2001, 1, 109–122. <https://doi.org/10.1007/978-3-322-97494-5>

Aufenanger, Stefan: *Medien-Visionen und die Zukunft der Medienpädagogik*, *medien praktisch* 24 (2000), 4–8.

Baacke, Dieter: *Medienpädagogik*, in: Erich Straßner (Hg.), *Grundlagen der Medienkommunikation*, Tübingen 1997.

- Baumann, Rüdiger: *Didaktik der Informatik*, 2. Aufl., Stuttgart 1996.
- BLK (Hg.): *Gesamtkonzept für die Informationstechnische Bildung in Schule und Ausbildung*, BLK – Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung 16 (1987).
- BLK (Hg.): *Medienerziehung in der Schule. Orientierungsrahmen*, BLK – Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung, 44 (1995).
- Brauer, Wilfried et al.: *Zielsetzungen und Inhalte des Informatikunterrichts*, in: Wolfgang Arlt/Klaus Haefner (Hg.), *Informatik als Herausforderung an Schule und Ausbildung*, Heidelberg 1984, 338–346.
- Claus, Volker/Schwill, Andreas: *Duden Informatik A–Z. Fachlexikon für Studium und Praxis*, 4. Aufl., Mannheim/Leipzig/Wien/Zürich 2006.
- DGfE Sektion Medienpädagogik, *Orientierungsrahmen für die Entwicklung von Curricula für medienpädagogische Studiengänge und Studienanteile*, 2017. <https://doi.org/10.21240/mpaed/00/2017.12.04.X>
- Esposito, Elena: *Der Computer als Medium und Maschine*, *Zeitschrift für Soziologie* 4 (1993), 338–354. <https://doi.org/10.1515/zfsoz-1993-0502>
- EU Science Hub (Hg.): *Digital Competence Framework for Educators (DigCompEdu)*. Fassung vom 26.02.2019, 2017.
- Fakultätentag Informatik: *Fächerkatalog Informatik*, abgedruckt in: Wilfried Brauer, Wolfhart Haacke und Siegfried Münch, *Studien- und Forschungsführer Informatik*, 4. Ausgabe, Sankt Augustin/Bonn 1980.
- Gesellschaft für Informatik e.V. (Hg.): *Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe II*, 2016.
- Gesellschaft für Informatik e.V.: *Empfehlung für ein Gesamtkonzept zur informatischen Bildung an allgemein bildenden Schulen*, *LOG IN* 20 (2000), 378–382.
- Gesellschaft für Informatik e.V. (Hg.): *Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule. Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I*, 2008.
- Gesellschaft für Informatik e.V. (Hg.): *Informatikkompetenzen für alle Lehrkräfte*, 2023. http://doi.org/10.18420/rec2023_064
- Gesellschaft für Informatik e.V. (Hg.): *Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich*, 2019.
- Groeben, Norbert: *Dimensionen von Medienkompetenz: Deskriptive und normative Aspekte*, in: Norbert Groeben/Bettina Hurrelmann (Hg.), *Medienkompetenz. Voraussetzungen, Dimensionen, Funktionen*, München 2002, 160–197.
- Hauf-Tulodziecki, Annemarie: *Informatische Bildung und Medienerziehung. Entwurf einer Empfehlung im Auftrag des Fachausschusses 7.3 „Informatische Bildung in Schulen“ der Gesellschaft für Informatik e.V.*, in: Andreas Schwill, *Informatik und Schule. Informatik aktuell*, Berlin/Heidelberg 1999. https://doi.org/10.1007/978-3-642-60238-2_10
- Herzig, Bardo: *Medienbildung. Grundlagen und Anwendung*, München 2012.
- Herzig, Bardo/Sarjevski, Emanuel et al.: *Algorithmische Entscheidungssysteme und digitale Souveränität*, in: merz Wissenschaft: *Digitalität und Souveränität. Braucht es neue Leitbilder der Medienpädagogik?* 6 (2022), 95–106.

- Herzig, Bardo/Martin, Alexander: *Lehrerbildung in der digitalen Welt – konzeptionelle und empirische Aspekte*, in: Julia Knopf/Silke Ladel et al. (Hg.), *Digitalisierung und Bildung*, Wiesbaden 2018, 89–113. https://doi.org/10.1007/978-3-658-18333-2_6
- Honegger, Beat Döbeli: *Covid-19 und die digitale Transformation in der Schweizer Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung – Zeitschrift zu Theorie und Praxis der Aus- und Weiterbildung von Lehrerinnen und Lehrern, 39 (2021) (CC-BY-SA Frederick Heyder). <https://doi.org/10.36950/bzl.39.2021.9217>
- Humbert, Ludger: *Didaktik der Informatik – mit praxiserprobtem Unterrichtsmaterial*, 2. Aufl., Wiesbaden 2006. <https://doi.org/10.1007/978-3-8351-9046-7>
- Humbert, Ludger/Puhlmann, Hermann: *Essential Ingredients of Literacy in Informatics*, in: Johannes Magenheimer/Sigrid Schubert (Hg.), *Informatics and Student Assessment. Concepts of Empirical Research and Standardisation of Measurement in the Area of Didactics of Informatics*, Bonn 2004, 65–76.
- Ingold, Marianne: *Information als Gegenstand von Informationskompetenz. Eine Begriffsanalyse*, in: Konrad Umlauf (Hg.), *Berliner Handreichungen zur Bibliotheks- und Informationswissenschaft*, 2011, 19–75.
- Keil, Reinhard: *Hypothesengeleitete Technikgestaltung als Grundlage einer kontextuellen Informatik*, in: Andreas Breiter/Martin Wind, *Informationstechnik und ihre Organisationslücken*, Münster 2011, 165–184.
- Kerres, Michael: *Konzeption und Entwicklung medialer Lernangebote*, Mediendidaktik, Berlin 2018. <https://doi.org/10.1515/9783110456837>
- KMK: *Medienpädagogik in der Schule. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 12.05.1995*, 1995.
- KMK (Hg.): *Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004 id.F. v. 16.05.2019*, 2019.
- KMK (Hg.): *Strategie der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 08.12.2016*, Berlin, 2016.
- Kroes, Peter: *Technical Artefacts – Creations of Mind and Matter*, Dordrecht/Heidelberg/New York/London 2012. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-3940-6>
- Losch, Daniel/Humbert, Ludger: *Durchblicken statt Rumklicken. Informatische Bildung für alle*, *Forschungsmagazin BUW.OUTPUT* 24 (2021), 18–23.
- Losch, Daniel/Humbert, Ludger: *Informatische Bildung für alle Lehramtsstudierenden. Reformprozess einer allgemeinbildenden Informatikveranstaltung in der universitären Lehrerbildung*, in: Arno Pasternak (Hg.), *„Informatik für alle“ – INFOS 2019*, 18. GI-Fachtagung Informatik und Schule, Bonn 2019, 119–128. <https://doi.org/10.18420/infos2019-b8>
- Magenheimer, Johannes/Schulte, Carsten: *Social, ethical and technical issues in informatics. An integrated approach*, in: *Education and Information Technologies* 2006, 319–339.
- Marotzki, Wilfried: *Von der Medienkompetenz zur Medienbildung*, in: Rainer Brödel/Julia Kreimeyer (Hg.), *Lebensbegleitendes Lernen als Kompetenzentwicklung. Analysen – Konzeptionen – Handlungsfelder*, Bielefeld 2004, 63–74.

- Medienberatung NRW (Hg.): *Medienkompetenzrahmen NRW*, Münster/Düsseldorf 2020.
- Mishra, Punya/Koehler, Matthew J.: *Technological Pedagogical Content Knowledge. A Framework for Teacher Knowledge*, *Teachers College Record* 108 (2006), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Nake, Frieder: *Das algorithmische Zeichen*, in: Kurt Bauknecht/ Wilfried Brauer/ Thomas Mück (Hg.), *Informatik 2001*. Tagungsband GI/OCG Jahrestagung 2001, 2001, 736–742.
- Pietraß, Manuela: *Für alle alles Wissen jederzeit*, in: Hubert Kleber (Hg.), *Perspektiven der Medienpädagogik in Wissenschaft und Praxis*, München 2005, 39–50.
- Puhlmann, Hermann: *Informatische Literalität nach dem PISA-Muster*, in: Peter Hubwieser (Hg.), *Informatik und Schule – Informatische Fachkonzepte im Unterricht*, Bonn 2003, 135–144.
- Schelhowe, Heidi: *Technologie, Imagination und Lernen. Grundlagen für Bildungsprozesse mit Digitalen Medien*, Münster 2007.
- Schorb, Bernd: *Medienkompetenz*, in: Jürgen Hüther, Bernd Schorb (Hg.), *Grundbegriffe Medienpädagogik*, München 2005, 257–262.
- Shulman, Lee S.: *Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform*, in: *Harvard Educational Review* 57 (1987), 1–22. <https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>
- Spanhel, Dieter: *Medienbildung statt Medienkompetenz?*, *merz medien + erziehung* 54 (2010), 49–54.
- Thomas, Marco: *Informatische Modellbildung – Modellieren von Modellen als ein zentrales Element der Informatik für den allgemeinbildenden Schulunterricht*, Potsdam 2002.
- Tulodziecki, Gerhard/Herzig, Bardo: *Mediendidaktik. Medienverwendung in Lehr- und Lernprozessen*, München 2010.
- Tulodziecki, Gerhard/Herzig, Bardo/Grafe, Silke: *Medien in Erziehung und Bildung: Grundlagen einer handlungs- und entwicklungsorientierten Medienpädagogik*, 3. Aufl., Bad Heilbrunn 2021.