

**Zur Angemessenheit
textueller Darstellungsformen der Informatik
für die informatikdidaktische Gestaltung
allgemeiner Lehrkräftebildung**

DISSERTATION

zur Erlangung des akademischen Grades
doctor paedagogiae (Dr. paed.)

eingereicht an der
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften
der Bergischen Universität Wuppertal

von

Daniel Losch

Wuppertal, Februar 2024

1. Gutachter Prof. Dr. Ludger Humbert, Bergische Universität Wuppertal

2. Gutachter Prof. Dr. Bardo Herzig, Universität Paderborn

Tag der Disputation 18. April 2024

Zusammenfassung

Diese Forschungsarbeit fokussiert, inwieweit textuelle Darstellungsformen der Informatik für die informatikdidaktische Gestaltung von Lehrkonzepten in der Lehrkräftebildung angemessen sind. Zielperspektive der informatikdidaktischen Gestaltung ist die Entwicklung informatischer Literalität als konkrete Ausprägung informatischer Bildung bei Lehramtsstudierenden aller Fächer. In diesem Zusammenhang gilt es zunächst zu diskutieren, welche Beziehung zwischen Informatik und Lehrkräftebildung besteht. Durch die Betrachtung von Informatik und informatischer Bildung im Kontext der Lehrkräftebildung gelangt man zu medienpädagogischen Zugängen, die auch Fragen der Darstellung adressieren. Die informatische Modellierung von Dokumenten stellt sich als ein möglicher Fokus heraus. Zur Beschreibung im informatischen Sinne bedarf es textueller Darstellungsformen.

Zur Klärung der Frage, was textuelle Darstellungsformen der Informatik sind, gelangt man über eine Erörterung verschiedener Textbegriffe und eine historische Genese formaler Darstellung zum Quelltext, der als Archetyp textueller Darstellungsformen und als fundamentale Idee der Informatik bestimmt werden kann; er zeichnet sich als sprachliche Äußerung, Dokument sowie Problemlösung aus.

Um der Frage der Angemessenheit textueller Darstellungsformen in informatischen Bildungsprozessen in der Lehrkräftebildung nachzugehen, werden praktische Lehrerfahrungen aus der standortbezogenen Ringveranstaltung »Informatik im Alltag« dokumentiert und ausgewertet. Die inhaltliche Ausgestaltung und die Erhebung der studentischen Perspektive hat schließlich Anlass geboten, das Lehrkonzept methodisch um projektorientierte Lehrformate (ein Projektseminar, eine vorlesungsbegleitende Projektaufgabe) zu erweitern. Die Studierenden erhalten somit die Möglichkeit zur Vertiefung der Vorlesungsinhalte sowie eine lebensweltbezogene, individuelle und praktische Anwendungsperspektive, die auf die Implementierung eines eigenen Lernproduktes angelegt ist. Die Erprobung des Schwerpunktes textueller Darstellungsformen in dem entwickelten Projektseminar erweist sich dabei als geeignetes Lehrformat.

Durch die Triangulation von informatikdidaktischen Überlegungen zur Lehrkräftebildung, informatischer Erörterung textueller Darstellungsformen und empirischer Begleitung dieser Theorieentwicklung lässt sich schließlich die Angemessenheit textueller Darstellungsformen der Informatik im Kontext der Lehrkräftebildung klären. Ein Transfer des pragmalinguistischen Angemessenheitsbegriffes in die Informatikdidaktik verschafft der Analyse drei Aspekte, die berücksichtigt werden müssen: (1) wissenschaftliche Lehrveranstaltung als *Situation*; (2) Lehramtsstudierende als *Personen*; (3) informatische Modellierung von Dokumenten als *Sache*. Die Angemessenheit lässt sich für alle Aspekte belegen und es können schließlich zentrale Erkenntnisse, die auf informatische Bildung bezogen sind, gewonnen werden. Ein Lehrkonzept hat sich aus einem iterativen

IV

Forschungsprozess formen lassen: theoriegeleitete Ideen aus der Lehrveranstaltungsfor-
schung wurden mit empirischen Befunden aus der Veranstaltungsdurchführung zu ei-
nem reflektierten Veranstaltungskonzept zusammengeführt. Das Konzept berücksichtigt
zwei Formate: ein »Vorlesungsformat« und ein »Seminarformat«. Ersteres ist darauf aus-
gelegt, dass ein Mindestkompetenzstandard über zwei ECTS erreicht werden kann; zwei-
ter basiert auf ersterem und stellt eine projektorientierte Vertiefung dar.

Die Ausarbeitungen legen insgesamt nahe, dass die Weiterentwicklung des Lehrkonzep-
tes unter Berücksichtigung der empirischen und theoretischen Erkenntnisse und unter
dem Einsatz der informatischen Modellierung von Dokumenten durch textuelle Dar-
stellungsformen der informatischen Literalität der Lehramtsstudierenden in besonderem
Maße zuträglich ist.

Abstract

This dissertation focusses on, how far textual forms of representation are adequate for informatics education in teacher training, and aims at developing informatical literacy for teacher students of all subjects. In this context should be discussed, what kind of relation exists between informatics and teacher training. By analyzing informatics and informatics education in the context of teacher training, one gets at media education, leading to opportunities to address representational matters. Modelling documents turns out to be one possible focus. Textual forms of representation are obligatory in order to describe these documents from the perspective of informatics.

Considering, what textual forms of representation mean in informatics, three perspectives on text are given as well as an overview of the historical genesis of formal representation, which ends up in the text type source code, that can be identified as archetype of textual forms of representation. Furthermore it is a fundamental idea of informatics and comprises ontologically the three aspects of expression, document and problem solving.

Appealing to the adequacy of textual forms of representation in informatics education in teacher training, practical teaching experiences from a local lecture series, called »Informatik im Alltag« (informatics in daily life), are documented and analyzed. Discussing contents and documenting perspectives of students led finally to a project-orientated extension of the lecture series. Thus the students get the opportunity to consolidate certain lecture contents and to develop and implement an own learning product, that is connected to an individual application, related to their personal or professional life. The focus on textual forms of representation turns out to be suitable in this teaching context.

The adequacy can be finally determined by the triangulation of pedagogical and informatics educational considerations of teacher training, informatical analysis of textual forms of representation and empirical studies. Therefore a pragmalinguistic model of adequacy is referenced, that comprises the following three aspects: (1) university lecture as *situation*; (2) teacher students as *persons*; (3) informatical modelling of documents as *matter*. The adequacy of textual forms of representation is given for all these aspects. Thus consequences for informatics education can be concluded. A teaching concept could be developed by an iterative reasearch process: theoretical ideas have been combined with empirical findings, wich resulted in a reflected teaching concept, comprising a seminar and a lecture format.

The empirical studies and theoretical considerations imply, that reforming the teaching concept by implementing informatical modelling of documents is effective on the informatical literacy of the teacher students.

Danksagung

Mein erster und ganz besonderer Dank gilt Ludger Humbert, der mich zu dieser Arbeit überhaupt erst motiviert hat, mich den langen Weg der Entstehung kontinuierlich, konstruktiv und kritisch begleitet hat und schließlich auf der Zielgeraden nicht müde wurde, wertvolle Kritik zu äußern. Folgend danke ich Bardo Herzig, der seit 2022 dem Forschungsprozess einen »frischen Wind« verliehen hat durch einen anregenden Forschungsaustausch im Feld »Medienpädagogik – Informatikdidaktik« und der schließlich aus diesem besonderen Verhältnis zu meinem Forschungsprozess das Koreferat für diese Arbeit übernommen hat.

Meinen Kolleginnen und Kollegen aus der Didaktik der Informatik an der Bergischen Universität Wuppertal – Dorothee Müller, Adrian Salamon, Martin Fricke, Kathrin Haselmeier, André Hilbig und Denise Schmitz – danke ich für die zahllosen intensiven und auch stets ermutigenden Gespräche.

Andreas Frommer und Bruno Lang danke ich für ihre Besonnenheit in der Lenkung der Geschicke und dafür, dass sie stets ein offenes Ohr für mich hatten und mir mit Rat und Tat zur Seite standen. Die Ringveranstaltung »Informatik im Alltag – Durchblicken statt Runklicken« wäre ohne sie gar nicht erst entstanden. Weitere, langjährige Unterstützung mit interessanten, kollegialen Austauschgesprächen habe ich Holger Arndt, Norbert Eicker, Peter Feuerstein und Dietmar Tutsch zu verdanken, die mit ihren fachgebietspezifischen Beiträgen zur Ringveranstaltung die wunderbare fachliche Breite der Informatik nach außen tragen. Bei der lehrpraktischen Umsetzung und Aufrichtung der Projektorientierung für die Vorlesung »Informatik im Alltag« möchte ich Philipp Rumm, Levi Kirchner und Kai Fängmer besonders erwähnen, die durch ihre wissenschaftlichen Belegarbeiten zudem weitere wichtige Elemente für diese Forschungsarbeit vorerschlossen haben. Tabea Günther und Frederick Heyder bin ich sehr dankbar für ihre bibliographische und typographische Unterstützung bei diesem Vorhaben.

Im Doktorand*innen-Kolloquium der Didaktik der Informatik konnte ich über die Jahre einige hilfreiche Anregungen mitnehmen und habe neue Erkenntnisse gewonnen, die diese Arbeit bereichern haben.

Darüber hinaus war ich hoch erfreut und dankbar mit Antje Wehner, Ulrich Heinen, Michael Städtler sowie den Doktorand*innen im Projekt »Kohärenz in der Lehrerbildung«, Anne Gräf, Simon Helling, Jonas Leschke, Pia Rojahn, Thassilo Polcik und Sebastian Wendland, Diskussionen zur Bildungstheorie und zur informatischen Bildung im Kontext der Lehrkräftebildung zu führen und mit Patrick Sahle über Text-Begriffe zu diskutieren. Meike Rühl, Stefan Freund und Christoph Schubert danke ich dafür, die Begeisterung des philologischen Arbeitens derart in mir geweckt zu haben, dass ich sie in die Informatik mit hineinbringen habe.

VIII

Zwei Personen, ohne die der Forschungsprozess in der Form nicht möglich gewesen wäre, sind Brigitte Schultz und Daniela Ebeling. Bei ihnen bedanke ich mich herzlich für die unkomplizierte und stets freundliche Unterstützung bei Tagungen, Forschungsreisen und all jenen Verwaltungsanliegen, die sich hier nicht so trivial beschreiben lassen.

Schließlich danke ich meinem Freundeskreis sowie meinen Eltern, die durch fürsorgliches Fragen nach dem *status quo* meine Motivation, fertig zu werden, stets hochgehalten haben.

Der größte Dank geht jedoch von ganzem Herzen an Leonie und Rosa, die nun schon viel zu lange auf den Abschluss dieses Forschungsvorhabens warten mussten.

*In Kollegialität,
in Freundschaft,
in Liebe*

*Daniel Losch
im Februar 2024*

Vorabveröffentlichung von Elementen dieser Arbeit

Abschnitt	Elemente vorab veröffentlicht in ...
2.3	Daniel Losch und Bardo Herzig (2023). »Informatische Bildung über medienpädagogische Zugänge für die Lehrkräftebildung gestalten«. In: <i>INFOS 2023 – Informatikunterricht zwischen Aktualität und Zeitlosigkeit</i> . Bonn: Gesellschaft für Informatik e. V., S. 207–210. DOI: 10.18420/infos2023-019
3.1.1	Daniel Siebrecht (18. Mai 2018b). »Textsorten im Informatikunterricht – Ideen einer Kategorisierung zwischen Medium und Lerngegenstand«. In: <i>Informatik und Medien – 8. Münsteraner Workshop zur Schulinformatik</i> . Vortrag auf dem 8. Münsteraner Workshop zur Schulinformatik am 18. Mai 2018, S. 88–97. DOI: 10.25926/28gv-1q74
5	Daniel Losch und Ludger Humbert (Jan. 2021). »Durchblicken statt Rumklicken – Informatische Bildung für alle«. In: <i>Forschungsmagazin BUW.OUTPUT 24</i> . Hrsg. von Bergische Universität Wuppertal, S. 18–23. DOI: 10.25926/7qdf-ew62. (Besucht am 29.01.2024)
5.4.2	Daniel Losch und Ludger Humbert (1. Feb. 2019). »Informatische Bildung für alle Lehramtsstudierenden – Reformprozess einer allgemeinbildenden Informatikveranstaltung in der universitären Lehrerbildung«. In: <i>Informatik für alle, INFOS 2019, 18. GI-Fachtagung Informatik und Schule, 16.–18. September 2019, Dortmund, Germany</i> . Hrsg. von Arno Pasternak. Bd. P288. Lecture Notes in Informatics (LNI)-Proceedings. Bonn: Gesellschaft für Informatik e. V. (GI), S. 119–128. DOI: 10.18420/infos2019-b8

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	III
Danksagung	VII
Vorabveröffentlichung von Elementen dieser Arbeit	IX
1. Einleitung	1
1.1. Forschungsgegenstand	1
1.1.1. Darstellung informatischer Modellierung	1
1.1.2. Informatische Literalität in der allgemeinen Lehrkräftebildung	3
1.2. Forschungszusammenhang	5
1.2.1. Curricula der Lehrkräftebildung im Bezug auf informatische Bildung	5
1.2.2. Projektzusammenhang	9
1.3. Fragestellung und Zielperspektive	11
1.3.1. Genese der Fragestellung	11
1.3.2. Fragestellung	11
1.4. Aufbau der Arbeit	12
I. Grundlagen	15
2. Lehrkräftebildung und Informatik	17
2.1. Informatik im Wissenschaftsgefüge	19
2.1.1. Zentrale Gegenstandsbereiche der Informatik	19
2.1.2. Einordnung im Wissenschaftskanon	22
2.2. Legitimation informatischer Bildung	25
2.2.1. Fundamentale Ideen in der Tradition von Whitehead und Bruner	25
2.2.2. Allgemeinbildungsbegriff in der Tradition von Heymann	26
2.2.3. Allgemeinbildungsbegriff in der Tradition von Klafki	29
2.3. Informatische Bildungsmomente im Handeln von Lehrkräften	31
2.3.1. Zugänge zur informatischen Bildung für alle Lehrkräfte	32
2.3.2. Medienpädagogik mit informatischem Fundament	37
2.3.3. Medienpädagogische Zugänge zur informatischen Bildung	40
2.3.4. Kulturtechnische Bedeutsamkeit der Informatik	42
2.3.5. Exkurs: Schrift als Operationsraum	46
2.4. Schrift und Darstellung als Ressourcen informatischer Bildungsmomente	50
3. Textuelle Darstellungsformen informatischer Modellierung	55
3.1. Textbegriffe	56
3.1.1. Textlinguistik	56

3.1.2.	Informatik	60
3.1.3.	Digital Humanities	64
3.2.	Historische Genese formaler Darstellung	66
3.2.1.	Die Anfänge formaler Darstellung	66
3.2.2.	Etablierung symbolischer Repräsentation	67
3.2.3.	Darstellung von Algorithmen und Datenstrukturen	69
3.3.	Quelltext als fundamentale Idee der Informatik	70
3.3.1.	Durchdringung der Informatik und Zeitinvarianz	71
3.3.2.	Lebensweltbezug	71
3.3.3.	Graduelle Adaptivität	72
3.4.	Quelltext als textuelle Darstellungsform der Informatik	73
3.4.1.	Quelltext als sprachliche Äußerung aus syntaktischer Perspektive	74
3.4.2.	Quelltext als Dokument aus semantischer Perspektive	76
3.4.3.	Quelltext als Problemlösung aus pragmatischer Perspektive	81
II.	Felderkundung	85
4.	Empirisches Forschungsdesign zur Entwicklung eines hochschulischen Lehrkonzeptes	87
4.1.	Gegenstände der Untersuchung	88
4.2.	Interventions- und Evaluationsforschung	90
4.3.	Forschungsperspektiven zur Vorlesung	91
4.3.1.	Lernausgangslage: Personen, Einstellungen, fremde Fächer	92
4.3.2.	Veranstaltungsentwurf: Inhalte, Gegenstände, Themen	93
4.4.	Qualitative schriftliche Befragung in Vorlesung und Projektseminar	95
4.5.	Qualitative Inhaltsanalyse der projektorientierten Erweiterung	97
4.5.1.	Bestimmung des Ausgangsmaterials	97
4.5.2.	Fragestellung der Analyse	97
4.5.3.	Ablaufmodell der Analyse	98
4.6.	Methodologische Diskussion	99
5.	Fachdidaktische Gestaltung einer studiengangübergreifenden Hochschul-lehrveranstaltung	103
5.1.	Zielperspektive	104
5.2.	Beschreibung der Lernausgangslage	104
5.2.1.	Entwicklungslinien der Veranstaltung	104
5.2.2.	Wahlpflichtangebot – Genderperspektive und Fächerzusammensetzung	106
5.2.3.	Anknüpfung an die Fächer sowie Differenzen und Gemeinsamkeiten	107
5.2.4.	Sichtweise auf die Fachdidaktik des primär studierten Faches	109
5.2.5.	Informatische Werkzeuge und Methoden	110
5.3.	Legitimation	111
5.3.1.	Fachdidaktisch	111
5.3.2.	Curricular	113
5.4.	Vorlesung V ₁ – Veranstaltungsentwurf	115
5.4.1.	Vorbereitung und Durchführung	115

5.4.2. Nachbereitung	117
5.5. Vorlesung V ₂ – Veranstaltungsentwurf	124
5.5.1. Vorbereitung und Durchführung	124
5.5.2. Nachbereitung	127
5.6. Vorlesung V ₃ – Veranstaltungsentwurf	130
5.6.1. Vorbereitung und Durchführung	130
5.6.2. Nachbereitung	131
6. Projektorientierte Erweiterung des Lehrformates	135
6.1. Pilotierung der Projektorientierung	137
6.1.1. Vorbereitung und Durchführung	138
6.1.2. Nachbereitung	140
6.1.3. Projektseminar P ₁ – kommentierter Veranstaltungsentwurf	141
6.2. Projektseminar P ₂ – kommentierter und evaluierter Veranstaltungsentwurf	144
6.2.1. Vorbereitung und Durchführung	144
6.2.2. Nachbereitung	146
6.3. Projektseminar P ₃ – kommentierter und evaluierter Veranstaltungsentwurf	151
6.3.1. Vorbereitung und Durchführung	151
6.3.2. Nachbereitung	153
6.4. Konsequenzen für die Zielperspektive der projektorientierten Vertiefung .	157
III. Transfer	159
7. Fachdidaktische Angemessenheit textueller Darstellungsformen	161
7.1. Angemessenheitsbegriff	162
7.1.1. Informatikdidaktisches Desiderat	162
7.1.2. Pragmalinguistischer Zugang	164
7.2. Situation: Quelltext in einer wissenschaftlichen Lehrveranstaltung	168
7.3. Personen: Quelltext als Lerngegenstand für alle Lehramtsstudierenden . .	171
7.4. Sache: Quelltext zur informatischen Modellierung von Dokumenten	174
8. Konsequenzen und Diskussion	179
8.1. Zentrale Erkenntnisse	179
8.2. Gestaltung von Bildungsprozessen	182
8.3. Diskussion vor dem Hintergrund des aktuellen Forschungsstands	186
IV. Abschluss	189
9. Resümee	191
9.1. Informatik – Lehrkräftebildung	191
9.2. Informatik – textuelle Darstellungsformen	192
9.3. Inhaltliche Gestaltung einer studiengangübergreifenden Hochschullehr-	
veranstaltung	193
9.4. Methodische Gestaltung einer studiengangübergreifenden Hochschullehr-	
veranstaltung	195

9.5. Angemessenheit	196
9.6. Offene Fragen und Perspektiven für weitere Forschung	197
Verzeichnisse	201
Abkürzungsverzeichnis	201
Abbildungsverzeichnis	203
Tabellenverzeichnis	207
Glossar	211
Literaturverzeichnis	213
Stichwortverzeichnis	233
Appendix	239
A. Pre/Post-Befragungen zum Lehrformat	239
A.1. 2017 – pre	240
A.2. 2017 – post	244
A.3. 2018 – pre	248
A.4. 2018 – post	253
A.5. 2019 – pre	258
A.6. 2019 – post	261
A.7. 2020 – pre	265
A.8. 2020 – post	268
B. Befragungen zur Projektorientierung	273
C. Weitere Befragungen	279
C.1. 2017 – Mid-Term-Befragung	280
C.2. 2018 – Mid-Term-Befragung	281
D. Sonstiges	283
D.1. Exemplarisch-hypothetische Kohärenzmatrix	283
D.2. Begriff »angemessen« in ausgewählten Lehrwerken	286

1. Einleitung

Informatische Bildung eröffnet dem Individuum eine Perspektive, ein freies Leben in Mündigkeit und Verantwortung zu gestalten. Das Konzept informatischer Literalität (vgl. Puhmann 2003) adressiert als konkretere Ausprägung informatischer Bildung die grundlegende¹ Entwicklung von Anwendungs-, Gestaltungs- und Entscheidungskompetenz bezüglich informatischer Phänomene (vgl. Humbert und Puhmann 2004). Einen möglichen und bislang spärlich untersuchten Fokus bieten Fragen zum Zusammenwirken von informatischer Literalität und Darstellung² informatischer Modellierung. Diese Forschungsarbeit nimmt sich dessen explorativ an, wird eine theoretische Argumentation entwickeln und ein darauf basiertes Lehrkonzept praktisch erproben und exemplarisch evaluieren. Die Vorüberlegungen dieses einleitenden Kapitels beziehen sich zunächst auf einen kurzen Aufschluss des Forschungsgegenstandes (vgl. 1.1) sowie die Erläuterung des Forschungszusammenhanges (vgl. 1.2). Daraus werden Fragestellung und Zielperspektive dieser Arbeit entwickelt (vgl. 1.3), die letztlich den Aufbau dieser Arbeit terminieren (vgl. 1.4).

1.1. Forschungsgegenstand

1.1.1. Darstellung informatischer Modellierung

Im letzten Jahrhundert wurde der Weg von der »Gutenberg-Galaxis« zur »Turing-Galaxis« beschritten; mit dem theoretischen Konzept der Turingmaschine liegt ein theoretisches Modell vor, das die grundlegende Arbeitsweise eines jeden Informatiksystems abbildet. Darin zeigen sich sowohl die Universalität und das Gestaltungspotential von Informatiksystemen als auch ihre Grenzen. In jedem Falle kann jedes Informatiksystem mit dem theoretischen, rein *symbolisch* manipulierbaren Modell von TURING vollständig beschrieben. Das Operieren mit Symbolen ist *ein* wesentliches, methodisches Fachelement der Informatik und entspricht der informatischen Idee der Formalisierung. Weiteren »großen Ideen« wie etwa Automatisierung und Vernetzung geht jeweils eine Formalisierung voraus (vgl. Baumann 1996, S. 51). Als schlüssige Sequenz zur Beschreibung von Informatiksystemen stellt sich Formalisierung, Automatisierung, Vernetzung heraus.

Die Formalisierung spielt auch eine entscheidende Rolle im informatischen Modellierungskreis (vgl. Abb. 1.1), da sie den Übergang von der realen Welt in die »Informatik-Welt« beschreibt. Eine lebensweltliche Problemstellung³ wird durch einen »Übersetzungsprozess« in ein *formales* Modell der Informatik überführt, welches die besondere

¹ Vgl. im Glossar: »grundlegend«.

² Vgl. zum Darstellungsbegriff im Glossar: »Darstellung«.

³ Vgl. zum Problembegriff im Glossar: »Problem«.

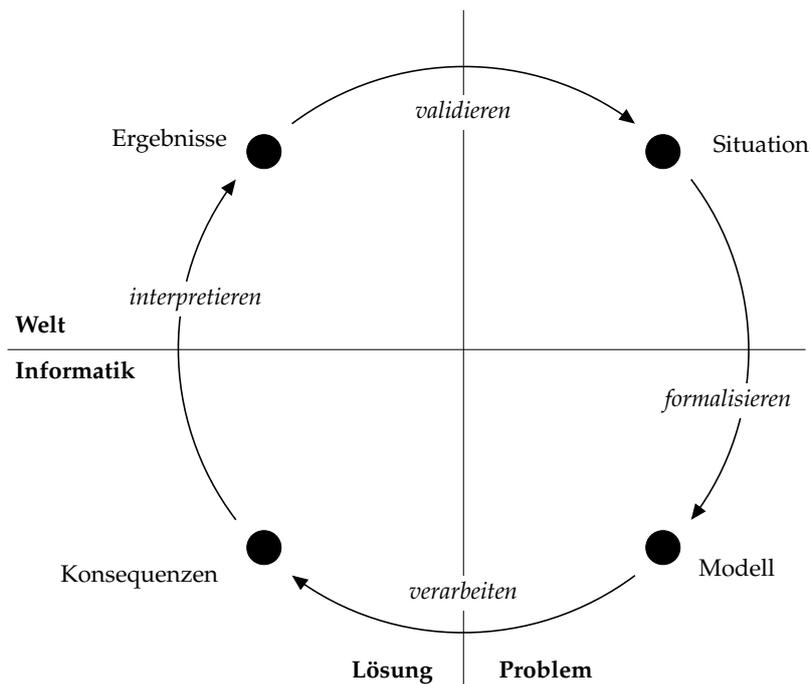


Abbildung 1.1.: Informatischer Modellierungskreis (nach Humbert 2006, S. 14)

Eigenschaft hat (deswegen Modell *der Informatik*), 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 Darstellungsweise⁴.

Um der weiteren Arbeit einen konsistenten Begriffsapparat zugrunde zu legen, wird Bezug auf die Ausarbeitungen von LOSCH (NÉ SIEBRECHT) zu Textsorten im Informatikunterricht genommen (vgl. Siebrecht 2018b): Auf der Makroebene zieht das in Abb. 1.2 dargestellte, normative Modell die Unterscheidung von Enaktivität, Ikonizität und Symbolik nach BRUNER heran (vgl. Bruner 1974, S. 16); hierfür wird die Formulierung der enaktiven, ikonischen bzw. symbolischen *Darstellungsebene* gewählt. Die Mesoebene entspricht der *Darstellungsweise*, die jeweils einer Ausprägung einer Darstellungsebene untergeordnet ist:

- enaktiv (Handlung und Gegenstand)
- ikonisch (Bild und Diagramm)
- symbolisch (Text und Formalismus)

Diese Sichtweise geht auf LEISEN sowie WEISE (NÉ REINERTZ) und HUMBERT zurück (vgl. Leisen 2005; Weise (né Reinertz) und Humbert 2013). Schließlich befinden sich auf

⁴ In den Anfängen wurden Eingaben in Informatiksysteme auf der Ebene von Maschinencode (numerische Interaktion) und auch auf physischen Steckverbindungen (rein haptische Interaktion) realisiert; s. dazu Kapitel 3 »Textuelle Darstellungsformen informatischer Modellierung«; vgl. zum Interaktionsbegriff im Glossar: »Interaktion«.

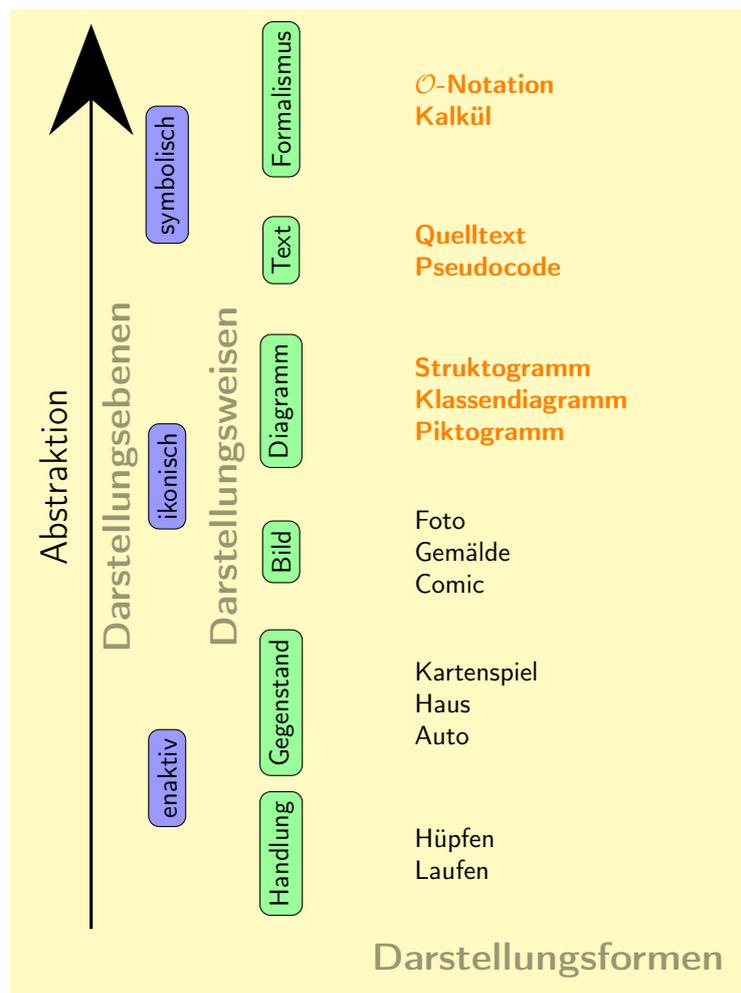


Abbildung 1.2.: Normative Bestimmung von Darstellungsbegrifflichkeiten in der Informatik

der Mikroebene die konkreten *Darstellungsformen*, welche einer Linie »Darstellungsebene – Darstellungsweise« zugeordnet werden können; so ist die Darstellungsform »Foto« z. B. der Darstellungsweise »Bild« auf der ikonischen Darstellungsebene zuzuweisen.

1.1.2. Informatische Literalität in der allgemeinen Lehrkräftebildung

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.

(Puhlmann 2003, S. 138)

Diese Forschungsarbeit nimmt die Förderung informatischer Literalität in der allgemeinen Lehrkräftebildung – sprich: bei Lehramtsstudierenden aller Studienfächer – in den Blick. Sie zielt durch Generierung fachdidaktischer Theorie und exemplarisch evaluierte Lehrpraxis darauf ab, in diesem Forschungsfeld einen Beitrag zu leisten. Dazu wird einerseits die fachdidaktische Angemessenheit textueller Darstellungsformen in informatischen Bildungsprozessen der allgemeinen Lehrkräftebildung erörtert; andererseits wird die Theorieentwicklung durch praktische Erprobung und Evaluation im Feld empirisch begleitet. Die Angemessenheit von Texten wird in der Pragmalinguistik untersucht. Ausgehend von einem pragmalinguistischen Modell konnte ein Übertrag auf die Informatik geleistet werden, der ein Programm für dieses Forschungsvorhaben nahelegte, das für die Struktur der Arbeit prägend war. Die Aspekte »Personen«, »Situation« und »Sache« werden durch die Forschungsfragen adressiert und in den Kapiteln dieser Arbeit sukzessive berücksichtigt (vgl. Kap. 7). Das entstandene Lehrkonzept wurde im Rahmen einer wissenschaftlichen Tätigkeit in der allgemeinen Lehrkräftebildung an der Bergischen Universität Wuppertal in Entwicklung, Erprobung und Evaluation durch den Verfasser dieser Arbeit forschend begleitet.

Dass eine Gestaltung von Elementen informatischer Bildung für Studiengänge jenseits der Informatik von Bedeutung und grundsätzlich möglich ist, hat die informatikdidaktische Forschung schon anhand verschiedener Beispiele belegen können (vgl. u. a. Wanke und Gorny 1984; Marschall 1999; Diepold 2000; Engbring 2004; Barkmin u. a. 2020; Seegeerer 2021). Der Wissenschaftsrat (Wissenschaftsrat 2020) und die Kultusministerkonferenz (KMK) haben mittlerweile bekundet, dass informatische Bildung in allen Studiengängen zu implementieren sei; Lehramtsstudierende, die insgesamt eine große Breite an Studienfächern repräsentieren, »wissen um die Bedeutung von Medien und Digitalisierung und kennen Konzepte der Medienbildung und informatischen Bildung zur Medienkompetenzförderung« (Sekretariat der KMK 2014, S. 9). In der Stellungnahme zur Weiterentwicklung der KMK-Strategie zur »Bildung in der digitalen Welt« (KMK 2021) wird ein deutlich stärkerer Bezug zur Informatik ersichtlich – allein schon quantitativ: 14 mal wird »Informatik« erwähnt, acht mal das Adjektiv »informatisch« verwendet. Eine qualitative Einschätzung folgt in 1.2.1. Schließlich fordert die Ständige Wissenschaftliche Kommission (SWK) der KMK eine umfängliche Implementierung informatischer Bildung in der Lehrkräftebildung (vgl. SWK 2022).

Durch eine Kombination aus überfachlichem und fachindividuellem Informatikangebot wird die Entwicklung informatischer Literalität bei Lehramtsstudierenden aller Studienfächer angestrebt. Auf hochschuldidaktischer Ebene wird mit den Fachkulturen der Bezugswissenschaften der Teilnehmenden eine fruchtbare Diskussion über fachbezogene informatische Wechselwirkungen angeregt. Die Berücksichtigung der informatischen Modellierung (vgl. Thomas 2002) als aufschließender Perspektive mit Anwendungsszenarien der Bezugswissenschaften bietet einen entsprechenden Zugang. Um Themen und Gegenstände der Informatik für alle Studierenden gestalten zu können, bedarf es einer kohärenten, informatikdidaktischen Ausgestaltung von ausgewählten Elementen der Wissenschaft Informatik in einem studiengangübergreifenden Lehrformat. Zum einen ist es bedeutsam, eine fachdidaktisch begründete Themenauswahl sowie Sequenzierung der Kompetenzen und Gegenstände für die Veranstaltung vorzunehmen; zum anderen gilt es auszuloten, welche Lehrformate sich im Zusammenhang dieser informatischen

Bildungsprozesse eignen. Die verstärkte Verzahnung von Theorie und Praxis, inhaltliche Modularität, projektorientiertes Studieren und konkreten Professions- bzw. Lebensweltbezug sind als potentielle Elemente zur Implementierung denkbar. Die vorläufige Ausgangsfragestellung lautet daher:

Vorläufige Ausgangsfragestellung

Wie kann für Studierende in nicht-informatischen Studiengängen eine informatische Perspektive gestaltet werden, die informatische Literalität aufbaut?

1.2. Forschungszusammenhang

1.2.1. Curricula der Lehrkräftebildung im Bezug auf informatische Bildung

Initiativen zur Förderung informatischer Bildung auf internationaler Ebene zeigen großen Zulauf. Sukzessive werden in einigen Ländern Elemente informatischer Bildung in nationalen Schulcurricula implementiert. Hier seien nur die *curricularen* Entwicklungen berücksichtigt, die in Europa mit der Lehrkräftebildung in Zusammenhang stehen. Für eine theoretisch-konzeptionelle Auseinandersetzung möge Kapitel 2 dienen.

Internationaler Stand

Das Council of European Professional Informatic Societies (CEPIS) fordert, dass allgemeine Bildung auf die Autarkie der Lernenden abzielen sollte: »The school ICT [Information and Communications Technology] curricula need to reflect a balance between the development of Digital Literacy and Computer Science. Students should all acquire a set of digital literacy skills, to enable them to participate in today's increasingly digital society, but also understand the fundamentals of the technology so that they have the choice to develop more advanced skills related to Computer Science« (CEPIS 2014, S. 4); zudem bestünde Bedarf an der Entwicklung von Curricula und der Status des Faches Informatik solle der Mathematik und den Naturwissenschaften gleichgestellt werden (vgl. ebd., S. 4). »Coding (or programming) should be taught as an element of computing and not as a separate subject« (CEPIS 2015, S. 1). Programme für informatische Bildung müssten ausgeweitet oder zumindest eingerichtet werden. Als mögliche Diskussionsgrundlage bietet CEPIS Definitionen folgender sieben Grundbegriffe an: computer programming, coding, Informatics, computer science, computing, computational thinking, digital literacy (vgl. ebd.). Allerdings wurde diesen Definitionen bislang nicht weiter aufgegriffen. CEPIS klärt über die vorherrschende Fehlvorstellung bezüglich der sogenannten »digital natives« auf; die Idee des intuitiven Lernens, das während der Nutzung von Informatiksystemen vermeintlich geschehe, wird eindeutig zurückgewiesen: »In fact, extensive research indicates that this is not the case«, wie z. B. die International Computer and Information Literacy Study (ICILS)-Studie von 2013 zeigt (vgl. Fraillon u. a. 2014). Als Erfolge seien das Fach »Computing« in England (vgl. Berry 2018) oder auch die Einrichtung des europaweiten Biber-Wettbewerbs (vgl. Dagiene und Futschek 2008) anzuführen.

Die Association for Computing Machinery (ACM) Europe und Informatics Europe haben angekündigt, dass sowohl »digital literacy« als auch Informatik in der Bildung gefördert werden müsse. Daher unterscheiden sie zwischen »digital literacy«, »cover[ing] fluency with computer tools and the Internet« (Gander u. a. 2013, S. 3), und Informatik, »cover[ing] the science behind information technology [as a] distinct science, characterized by its own concepts, methods, body of knowledge and open issues« (ebd., S. 3). Die Rolle der Informatik für andere Wissenschaftsdisziplinen und das Ingenieurwesen sei mittlerweile fundamental. Informatik werde als »major enabler« (ebd., S. 3) für Innovation, Informationsgesellschaft und Wirtschaft bezeichnet. Hinsichtlich der Implementierung von »digital literacy« habe ein nennenswerter Fortschritt in Bildungszusammenhängen stattgefunden, wohingegen Informatik in den meisten europäischen Ländern weit zurücksteht, was letztlich zu Bildungs- und Wirtschaftskrisen führen könne. Zusammengefasst sind die Aussagen ähnlich zu denjenigen von CEPIS; dies bedeutet, dass die organisierten Informatikgesellschaften in Europa mit einer Stimme sprechen: alle Einrichtungen befürworten die Einführung obligatorischer Informatik-Elemente im europäischen Bildungssystem durch das Fach Informatik; die Implementierung der »digital literacy« wird integrativ über alle Fächer hinweg empfohlen.

1998⁵ wurde die International Federation for Information Processing (IFIP) von der United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) darum gebeten, einen curricularen Referenzrahmen zu entwickeln (vgl. Mulder und Weert 2000). Ein solcher Referenzrahmen sei ein »set of entities from which government authorities, industry, business and educational institutions may extract their own curriculum, built from knowledge and skills units, in order to achieve a best-fit implementation in their specific cultural, developmental and economical setting« (Mulder und Weert 2001, S. 151). Im Entwicklungsprozess stellte sich heraus, dass zahlreiche Bildungsbestrebungen in anderen Disziplinen auf Elementen informatischer Bildung basieren, was den Bedarf nach den fundamentalen⁶ Konzepten informatischer Bildung weiter gesteigert hat (vgl. ebd., S. 152).

Zum Aufbau »digitaler Kompetenzen« wurde als Referenzrahmen in Europa The Digital Competence Framework (DIGCOMP) entwickelt. »[It] could serve as an umbrella or meta-framework for current frameworks, initiatives, curricula and certifications« (Ferrari 2013, S. 7). DIGCOMP bezeichnet das Common European Framework of Reference for Languages (Europe 2000) als »good example« (Ferrari 2013, S. 9) und orientiert sich bei der Formulierung der Kompetenzen an der Tabelle zum Self-Assessment – »a tool for each citizen to describe their own level of digital competence« (ebd., S. 10). DIGCOMP umfasst fünf Dimensionen: competence areas, competences itself, proficiency levels, fourth examples of knowing, skills and attitudes and applicability to different purposes; Kompetenzbereiche sind information, communication, content creation, safety and problem solving (vgl. ebd., S. 11). Eine Zuordnung zur Informatik ist hier ohne Weiteres möglich, allerdings ohne ganzheitlich die Breite informatischer Bildung berücksichtigen zu können. Ein Aspekt der content creation, der eine eindeutige Referenz in die Informatik aufweist, ist das Programmieren (vgl. ebd., S. 12); Informatik wird im gesam-

⁵ Zuvor wurden die Computing Curricula 1991 von ACM und IEEE-CS [Institute of Electrical and Electronics Engineers-Computer Science] entwickelt (vgl. Allen B. Tucker (Editor and Co-chair) u. a. 1991).

⁶ Vgl. im Glossar: »fundamental«.

ten Framework allerdings *keinmal* namentlich erwähnt. Doch die Kompetenzen »[t]o apply settings, modification, programme applications, software, devices, to understand the principles of programming, to understand what is behind a programme« (ebd., S. 28) legen nahe, die informatische Perspektive beim Kompetenzaufbau zu berücksichtigen. Die Erweiterung des DIGCOMP zum Digital Competence Framework for Educators (DIGCOMPedu) stellt die Schlussfolgerung aus den Kompetenzen der Lernenden dar, deren Entwicklung von den Lehrenden gestaltet wird. Neben Professional Engagement werden die Bereiche Digital Resources, Teaching and Learning, Empowering Learners und Facilitating Learners' Digital Competence adressiert (vgl. EU Science Hub 2017, S. 8). Zwar wird das Problemlösen als Unterbereich aufgenommen, doch fehlt diesem eine informatische Perspektive (vgl. ebd., S. 16). Während den Lernenden gemäß DIGCOMP noch die Gestaltung eigener informatischer Modellierungen als Problemlösungen (Programmieren) zugeschrieben wurde, verbleibt das DIGCOMPedu-Framework bezüglich »digital technology« lediglich auf einer Anwendungsebene. Hieraus ergibt sich die Frage, wie die Lehrkräfte die Lernenden auf eine digital operierende Welt vorbereiten sollen, ohne selbst eine Gestaltungs- und Entscheidungskompetenz entwickelt zu haben, die erst zu einer fundierten Anwendungskompetenz führt. Informatische Literalität ist somit in der europaweiten Perspektive der Lehrkräftebildung bislang unzureichend berücksichtigt.

Das K-12 Computer Science Framework (vgl. K-12 Computer Science Framework Steering Committee 2016) wurde von der ACM, code.org, der Computer Science Teachers Association (CSTA), dem Cyber Innovation Center und einer nationalen Mathematik Informatik Naturwissenschaften Technik (MINT)-Initiative entwickelt; zuvor hatte die ACM ein Model Curriculum (vgl. Deek u. a. 2003) veröffentlicht, die CSTA hatte die K-12 CS-Standards (vgl. ebd.) ausgearbeitet (vgl. K-12 Computer Science Framework Steering Committee 2016, S. 43). 14 Bundesstaaten der United States of America (USA) haben an der Entwicklung teilgehabt; die Verfasser*innen waren Informatiklehrkräfte, Informatikprofessor*innen, Bildungsexpert*innen, Ministeriale, Institute für Führungsentwicklung und Gründer*innen. Die multiprofessionelle Arbeitsgruppe konnte somit verschiedene Perspektiven auf die Gestaltung von Bildungsprozessen zu diversen informatischen Phänomenen aufnehmen. Das K-12 Computer Science Framework »is a high-level guide that states, districts, and organizations can use to inform the development of their own standards and curricula« (vgl. ebd., S. 14). Es nimmt für sich in Anspruch, eine standardisierte Basis strukturierter Konzepte und Methoden zu bieten, sodass später nationale Kommissionen sich an dieser Vorarbeit orientieren können. Ein entscheidender Aspekt, der einen wesentlichen Unterschied zum Gemeinsamer Europäischer Referenzrahmen (GER) darstellt, ist die Zielgruppe »K-12« – Kindergartenkinder bis Zwölftklässler*innen (vgl. ebd., S. 15). Folglich sei auch nicht angestrebt worden, die gesamte Breite der Informatik abzubilden, sondern sich auf die essentiellen Elemente zu fokussieren (vgl. ebd., S. 16).

Die Konzepte Informatiksysteme, Netzwerke, Internet, Algorithmen, Daten, Programmierung und Auswirkungen von Informatik (vgl. ebd., S. 49) referieren auf DENNINGS »Great Principles of Computing« (vgl. Denning 2008), auf DEEK u. a. (2003) und weitere internationale Referenzrahmen, wie »[the] United Kingdom's national computing program of study« (vgl. K-12 Computer Science Framework Steering Committee 2016, S. 47). Abstraktion, System-Beziehungen, Mensch-Maschine-Interaktion, Datenschutz und -si-

cherheit sowie Kommunikation und Koordination werden als Querschnittskonzepte ausgewiesen.

Stand in Deutschland

Die ersten Vorschläge hat die Gesellschaft für Informatik e. V. (GI) bereits sehr früh ausgearbeitet – etwa in den Zielsetzungen des Informatikunterrichts (vgl. Brauer, Claus u. a. 1984), in den Empfehlungen zur informatischen Bildung und Medienerziehung (Gesellschaft für Informatik e. V. 1999), welche in 2.3.2 herangezogen werden, sowie die Empfehlungen für ein Gesamtkonzept zur informatischen Bildung an allgemein bildenden Schulen, in dem es u. a. heißt:

Für Lehramtsstudierende aller Fächer sollte in der ersten Phase ihrer Ausbildung eine »Einführung in die Informatik für Lehrerinnen und Lehrer« als informatische Grundbildung einschließlich Praktika verpflichtend sein, die mit einem Zertifikat abgeschlossen wird. In den Fachdidaktiken und in der zweiten Phase der Lehrerausbildung ist diese zu vertiefen. Für in der Praxis tätige Lehrerinnen und Lehrer aller Fächer müssen analoge berufsbegleitende Fortbildungen zum Erwerb dieser informatischen Grundbildung angeboten werden.

(Gesellschaft für Informatik e. V. 2000, S. 8)

In jüngerer Zeit hat die Kultusministerkonferenz 2016 ein Papier zur »Bildung in der digitalen Welt« (KMK 2016) veröffentlicht. BRINDA hat als damaliger Sprecher des Fachbereiches »Informatik und Ausbildung/Didaktik der Informatik« der Gesellschaft für Informatik eine Stellungnahme zum KMK-Strategiepapier verfasst. Neben einigen begrifflichen Schwierigkeiten⁷ werde insbesondere die zentrale Phrase »digitale Welt« als zu eingeschränkt erachtet; »Ausgangspunkt sollte die gesamte Bandbreite an Kategorien, 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 [...]. Eine Fokussierung auf persönliche oder in der Schule vorhandene Systeme und deren zielgerichtete Anwendung ist zu eingeschränkt« (Brinda 2016, S. 2). Medienbildung solle zwar integrativ in die Breite getragen werden, jedoch betont BRINDA, dass der Gestaltungsaspekt und die dafür notwendige, informatische Qualifikation nicht fehlen dürfe. Der Herausforderung des Wandels konkreter Systeme könne durch zeitbeständige Fachkonzepte der Informatik begegnet werden; die Systeme hinsichtlich ihrer Anwendung zu fokussieren sei daher auch nicht zielführend; vielmehr gelte es aktive Mitgestaltung und gesellschaftliche Teilhabe zu fördern (vgl. ebd., S. 2 f.). Schließlich fordert BRINDA, dass die KMK Informatik als eigenes Fach aus dem Wahlpflichtstatus in die allgemeine Bildung einbringen müsse. Die »Vermeidung schulorganisatorischer Herausforderungen [...] [werde ansonsten] über Bildungsanforderungen [...] gestellt« (ebd., S. 3).

⁷ Etwa: »Digitalisierung« als Nachfolgemodewort für »Neue Medien«.

EICKELMANN sieht bei der Aufstellung des Bereiches der Algorithmen eine Überarbeitung als wahrscheinlich an. Um die KMK-Strategie schließlich umzusetzen, fordert sie Konzepte – insbesondere im Rahmen der Lehrkräftebildung (vgl. Eickelmann 2017, S. 26). Darüber hinaus empfiehlt sie ausdrücklich, dass Informatik nun unbedingt schulisch verankert werden müsse und verweist auf Österreich und die Schweiz als mögliche Vorbilder (ebd., S. 29). Auf Landesebene wird die KMK-Strategie in angepasster Form implementiert; für Nordrhein-Westfalen existieren somit z. B. der Medienkompetenzrahmen (MSB-NW 2018), der – wenngleich er Kompetenzen der Schüler*innen darstellt – unweigerlich in die Lehrkräftebildung zurückwirkt. Daher folgte zwei Jahre später auch ein Orientierungsrahmen für die zweite Phase der Lehrkräftebildung (MSB-NW 2020). Mittlerweile ist eine Stellungnahme zur Weiterentwicklung der KMK-Strategie von 2016 vorgelegt worden, in der die Informatik eine tragende Rolle spielt (vgl. KMK 2021).

Der Informatik-Monitor arbeitet den Stand des Informatikunterrichts in Deutschland heraus (vgl. Gesellschaft für Informatik e. V. 2022). Aus curricularer Sicht sind schließlich der Gemeinsame Referenzrahmen für Informatik (Röhner u. a. 2020) sowie der GI-Arbeitskreis »Lehrkräftebildung« des Fachbereiches »Informatik Ausbildung/Didaktik« zu erwähnen, der »Informatikkompetenzen für alle Lehrkräfte« entwickelt hat (Gesellschaft für Informatik e. V. 2023).

Einen Überblick zur informatischen Bildung von Lehramtsstudierenden aller Fächer in Deutschland bieten SEEGERER und ROMEIKE (2018) sowie BARKMIN u. a. (2020). Das überfachliche Lehrangebot reicht von stark fachwissenschaftlich fundierter Lehre (z. B. Frommer, Humbert und Müller 2012) bis hin zu fachdidaktisch gestalteten Formaten (z. B. Losch und Humbert 2019; Seegerer, Michaeli und Romeike 2021). Letztere orientieren sich an informatischer Modellierung (vgl. Thomas 2002), lebensweltlichen Phänomenen (vgl. Humbert und Puhmann 2004) und didaktischer Rekonstruktion (vgl. Diethelm u. a. 2011) als mögliche Zugänge zur Gestaltung von Lehrangeboten.

1.2.2. Projektzusammenhang

Als hochschuldidaktische Maßnahme zur Bewältigung der oben herausgearbeiteten Anforderungen wurde ab 2009 an der Bergischen Universität Wuppertal eine Ringveranstaltung angeboten, die kontinuierlich weiterentwickelt wurde. Die Veranstaltung ist als studiengangübergreifendes, überfachliches Informatikangebot gestaltet. Die Ringveranstaltung ist eine in jedem Wintersemester angebotene Bestandsveranstaltung, in der die Dozierenden fakultätsübergreifend kooperieren (Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften und Fakultät für Elektrotechnik, Informationstechnik und Medientechnik). Andreas FROMMER hat die Veranstaltung »Informatik im Alltag« an der Bergischen Universität 2009 eingerichtet. Sie wurde bis 2016 hinsichtlich ihrer inhaltlichen Tiefe sukzessive weiter ausgerollt. Zu den seither etablierten Grundfesten der Veranstaltung gehört die Repräsentation der fachlichen Breite der Informatik durch Dozierende, die aus ihrem jeweiligen Fachgebiet Aufschluss zur Informatik bieten. So wurde diese Veranstaltung zu Beginn mit dem Untertitel »Durchblicken statt Rumklicken« ausgewiesen und beworben. Es wird – ausgehend von der konkreten Erfahrungsbasis der Studierenden – die Möglichkeit zum Verstehen der damit verbundenen Informatikkonzepte in einer Weise erfahrbar, dass eine Rückbindung an die Alltagserfahrung reflektiertes Arbeiten und

Leben in der informatisierten Welt erlaubt. Um die fachliche Qualität zu gewährleisten, konnten Dozierende gewonnen werden, die aus ihren Fach- und Forschungskontexten Elemente so extrahieren und gestalten, dass Noviz*innen ein Zugang zu den Informatikkonzepten in verständiger Weise eröffnet wird (vgl. Frommer, Humbert und Müller 2012). Über die Zeit wurde deutlich, dass begleitende Übungen, die isoliert bearbeitet wurden und schließlich bei erfolgreicher Bewältigung zur Teilnahme an einer Abschlussklausur berechtigten, keinen hinreichenden Rückbezug zu der jeweiligen Studien- und Qualifizierungssituation erlauben.

Seit 2017 wurde die Ringveranstaltung im Rahmen des Projektes Kohärenz in der Lehrerbildung (KoLBi) (Frommer, Heinen und Freund 2015–2023) kontinuierlich weiterentwickelt und begleitend beforscht. Die Forschungskonzeption und die sich daraus ergebenden Erkenntnisse bezüglich der informatikdidaktischen und hochschuldidaktischen Gestaltung derartiger Lehr- und Lernprozesse, wie auch Anregungen für daraus folgende curriculare Weiterentwicklungen werden mit Vorlage dieser Arbeit öffentlich dokumentiert (vgl. vor allem Kap. 5 und 6) und dem wissenschaftlichen Diskurs verantwortet. Die Vereinheitlichung und Dokumentation sollen den Transfer des Studienmoduls auf andere Hochschulstandorte ermöglichen. In diesem Zusammenhang haben sich bereits einige Kooperationsmomente⁸ mit der Arbeitsgruppe »Informatische Grundbildung/Digitalisierung als Lerngegenstand« des landesweiten Verbundprojektes »ComeIn – Communities of Practice für eine innovative Lehrerbildung« ergeben (vgl. Brinda u. a. 2021).

Vergleichbare Veranstaltungsformate waren in Deutschland bis vor Kurzem noch kaum auffindbar: In einer Übersicht über informatische Studienangebote in anderen Fachrichtungen haben SEEGERER und ROMEIKE neun Hochschulkurse für Studierende anderer Fachkontexte in Deutschland in ihre Datenbasis aufgenommen (vgl. Seegerer und Romeike 2018, S. 18); sie selbst haben ein online-gestütztes Lehrangebot mit der Möglichkeit zur Erarbeitung informatischer Grundlagen im Selbststudium umgesetzt (vgl. Albrecht u. a. 2021; Seegerer 2021). Der o. g. GI-Arbeitskreis zur Lehrkräftebildung hat mittlerweile einzelne weitere Beispiele von Projektinitiationen aufgeführt und sichtbar gemacht; exemplarisch seien genannt:

- Ira Diethelm (2024). *Medienbildung und Digitalisierung*. Vorlesung. Oldenburg. URL: <https://t1p.de/66i6w> (besucht am 29. 01. 2024)
- Nadine Bergner (2024). *It4all*. Seminar. Dresden. URL: <https://t1p.de/xkztr> (besucht am 29. 01. 2024)
- Barbara Pampel (2024). *Pixel, Byte & Co.: Informatik-Grundlagen für das Lehren mit digitalen Medien*. Seminar. Konstanz. URL: <https://t1p.de/5b6sr> (besucht am 29. 01. 2024)
- Christian Albrecht u. a. (2021). *digi4all – Kompetenzen für das Unterrichten in einer digitalen Welt*. Hrsg. von Jochen Koubek. URL: <https://digi4all.de/> (besucht am 29. 01. 2024)

⁸ Im weiteren Verlauf der Arbeit wird auf konkrete Kooperationen noch verwiesen werden.

1.3. Fragestellung und Zielperspektive

Forschungsziel ist es, einen konstruktiven Beitrag zur Förderung informatischer Literalität und damit informatischer Bildung in der allgemeinen Lehrkräftebildung zu leisten; die Ausarbeitung soll eine theoretische Fundierung zur Gestaltung von Lehrkonzepten entwickeln. Die Forschungsmethodik fußt somit auf einem Ansatz, der sowohl theoretisch-argumentative als auch qualitativ-empirische Elemente umfasst. Schließlich soll diese Theorieentwicklung einen Mehrwert für die lehrpraktische Konzeption informatischer Bildungsprozesse begründen.

1.3.1. Genese der Fragestellung

Die eigene Ausbildung in der ersten Phase der Lehrkräftebildung führte den Verfasser dieser Arbeit durch das zeitgleiche Studium von Informatik und Klassischer Philologie immer wieder zu Fragen zum Zusammenhang von Methoden bzw. Gegenständen der Informatik und Sprache. In ersten Überlegungen (Siebrecht 2018a) wurde aus informatikdidaktischer Perspektive darüber nachgedacht, welche Elemente im Informatikunterricht zum Sprachunterricht gehören könnten. Dabei wurde insbesondere der Ansatz von CLAUS evident (vgl. Claus 1995), der Informatikunterricht als Sprachenunterricht einordnet. In der Tat ist die Rolle der (formalen) Sprache(n) sehr zentral für die Informatik; von dort aus wurden Überlegungen (u. a. in Form von Literaturstudien) zum speziellen Bereich Repräsentation bzw. Darstellung angestrengt. In diesem Zusammenhang konnten in einem Oberseminar zur Geschichte der Mathematik Darstellungsformen – vom Knochen zum Quelltext – in ihrer historischen Entwicklung aus informatischer Perspektive beleuchtet werden (vgl. Siebrecht 2018c). Einen besonderen Fokus erfuhr dabei KRÄMER und ihre Ausführungen zum Prozess der Formalisierung; dabei gewann Text als Darstellungsweise einen immer höheren Stellenwert, sodass erste Literaturstudien im Gebiet der Textlinguistik angestellt wurden. Die daraus erwachsenen Gedanken mündeten schließlich in »Textsorten im Informatikunterricht – Ideen einer Kategorisierung zwischen Medium und Lerngegenstand« (vgl. Siebrecht 2018b), woraus die Ansicht gewonnen wurde, Quelltext als informatikgenuine Darstellungsform aufzufassen. Nach dieser vornehmlich wissenschaftstheoretischen und informatik-metawissenschaftlichen Beschäftigung wurden zunehmend lehr- und lernbezogene Fragestellungen der Informatikdidaktik in den Blick genommen, die im bisher erörterten Feld von Bedeutung schienen: Eine didaktische Rückkoppelung mit der Gestaltung von Lehr- und Lernprozessen ergab sich bspw. mit BRUNER (1970) und LEISEN (2005); in der Informatikdidaktik mit WEISE (NÉ REINERTZ) und HUMBERT (2013). Nicht zuletzt warf das Projekt »Kohärenz in der Lehrerbildung« Fragen aus dem speziellen Forschungsfeld der Lehrkräftebildung auf und bot eine Plattform der Diskussion verschiedener Ansätze und Fragen (vgl. Engbring und Siebrecht 2018).

1.3.2. Fragestellung

Die zentrale Fragestellung dieser Arbeit lautet aufgrund der bisherigen Ausführungen nun:

Forschungsfrage

Inwieweit sind textuelle Darstellungsformen der Informatik für die informatikdidaktische Gestaltung von Lehrkonzepten in der allgemeinen Lehrkräftebildung angemessen?

Sie lässt sich in folgende, untergeordnete Fragestellungen aufteilen:

- FF 1** Inwieweit durchdringen textuelle Darstellungsformen der Informatik die allgemeine Lehrkräftebildung?
- FF 1.1** Welche Beziehung besteht zwischen Informatik und Lehrkräftebildung?
(vgl. Kap. 2)
- FF 1.2** Was sind textuelle Darstellungsformen der Informatik?
(vgl. Kap. 3)
- FF 2** Wie kann ein hochschulisches Lehrformat zur Förderung informatischer Literalität informatikdidaktisch gestaltet werden?
- FF 2.1** Welche Inhalte sind der Zielperspektive zuträglich?
(vgl. Kap. 5, 6)
- FF 2.2** Mit welchen Methoden lässt sich die Zielperspektive umsetzen?
(vgl. Kap. 5, 6)
- FF 3** Wie zeichnet sich die fachdidaktische Angemessenheit textueller Darstellungsformen in der Lehrkräftebildung aus?
(vgl. Kap. 7)

1.4. Aufbau der Arbeit

Elemente der Informatik in der Lehrkräftebildung zu verankern hat mittlerweile eine gewisse Historie, jedoch ohne dass es bislang konkrete, flächendeckende und obligatorische Maßnahmen in Deutschland gegeben hätte. In der Einleitung wurden aktuelle Entwicklungslinien informatischer Bildung dargestellt, die in der Lehrkräftebildung zum Tragen kommen.

Zunächst wird in Kapitel 2 die Beziehung von Lehrkräftebildung und Informatik beleuchtet. Dabei wird die Frage untersucht, warum Lehrpersonen anderer Fächer überhaupt einen Zugang zur Informatik in ihrer Ausbildung erfahren sollten. Die daraus resultierende konstruktive Wendung, mediendidaktische Fragestellungen einzelner Fächer zu Darstellungsformen informatisch zu begleiten, wird ebenfalls in diesem Kapitel begründet. Nach einer Einordnung der Informatik in das Wissenschaftsgefüge werden drei Traditionslinien informatischer Bildung als Grundfesten dargelegt. Daraufhin erfolgt ein Aufschluss informatischer Bildungsmomente im Handeln von Lehrkräften als induktiver Angang an die Frage nach der Beziehung von Informatik und Lehrkräftebildung. Dabei werden konstruktiv Kohärenzlinien zwischen Informatik und Medienpädagogik sowie auch die kulturtechnische Einordnung der Informatik aufgeschlossen. Aus diesen

Ausführungen ergeben sich schließlich Anlässe, Schrift und Darstellung als Ressourcen informatischer Bildung eingehender zu beleuchten.

Das Kapitel 3 widmet sich textuellen Darstellungsformen im Rahmen informatischer Modellierung. Nach einem Aufschluss verschiedener Textbegriffe und der historischen Genese formaler Darstellung wird die Fundamentalität der mutmaßlich besonderen textuellen Darstellungsform Quelltext untersucht. Anschließend wird Quelltext unter informatischer und geisteswissenschaftlicher Perspektive betrachtet.

Das Kapitel 4 stellt die methodische Vorgehensweise der empirischen Untersuchungen dar und gewinnt daraus konkrete Schritte und Fragestellungen, die sich auf die Studierenden der Lehrformate als Zielgruppe der empirischen Forschungsbemühungen beziehen. Rahmung ist ein iterativer Forschungsprozess im Sinne der Interventions- und Evaluationsforschung.

Kapitel 5 thematisiert die informatikdidaktische Gestaltung des Lehrkonzeptes unter Berücksichtigung der Ergebnisse der empirischen Erhebungen. Neben der Darstellung von Zielperspektive und einer fachdidaktischen wie curricularen Legitimation wird insbesondere die Dokumentation von Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung – inklusive Auswertung der reflexiven, empirischen Elemente der Studierendenbefragung – geleistet.

In Kapitel 6 wird die Pilotierung sowie die Dokumentation einer projektorientierten Erweiterung der in Kapitel 5 dargestellten Lehrveranstaltung vollzogen. Hintergrund ist die aus den Erhebungen in Kapitel 5 gewonnenen Einsichten, dass einerseits eine individuelle, professionsbezogene Vertiefung der Informatik sinnvoll erscheint und dass andererseits projektorientiertes Studieren der Motivation und dem Verständnis zuträglich ist.

In Kapitel 7 wird die fachdidaktische Angemessenheit textueller Darstellungsformen der Informatik analysiert. Da der Informatikdidaktik bisweilen ein theoretisch fundierter Angemessenheitsbegriff fehlt, wird ein bereits etablierter Angemessenheitsbegriff aus der Pragmalinguistik in die Informatikdidaktik transferiert. Dies bedingt die Triangulation der theoretischen Ausführungen zu textuellen Darstellungsformen der Informatik (vgl. Kap. 3) mit den bildungswissenschaftlich-informatikdidaktischen Überlegungen (vgl. Kap. 2) und den empirischen Erkenntnissen (vgl. Kapitel 5 und 6) unter den Aspekten Situation, Personen und Sache, für die jeweils eine Angemessenheit textueller Darstellungsformen nachgewiesen werden muss.

Kapitel 8 führt die Einsichten aus Empirie und Theorieentwicklung zu zentralen Erkenntnissen zusammen, die auf informatische Bildungsprozesse bezogen werden sollen. Darauf aufbauend werden Empfehlungen zur Gestaltung von Bildungsprozessen ausgearbeitet, die letztlich vor dem Hintergrund des aktuellen Forschungsstandes diskutiert werden.

In Kapitel 9 werden die gewonnenen Erkenntnisse bezüglich der Forschungsfrage zusammengefasst. Abschließend werden offene Fragen, Grenzen dieses Ansatzes sowie auch sich daraus ergebende Perspektiven für weitere Forschung beleuchtet.

Teil I.

Grundlagen

2. Lehrkräftebildung und Informatik

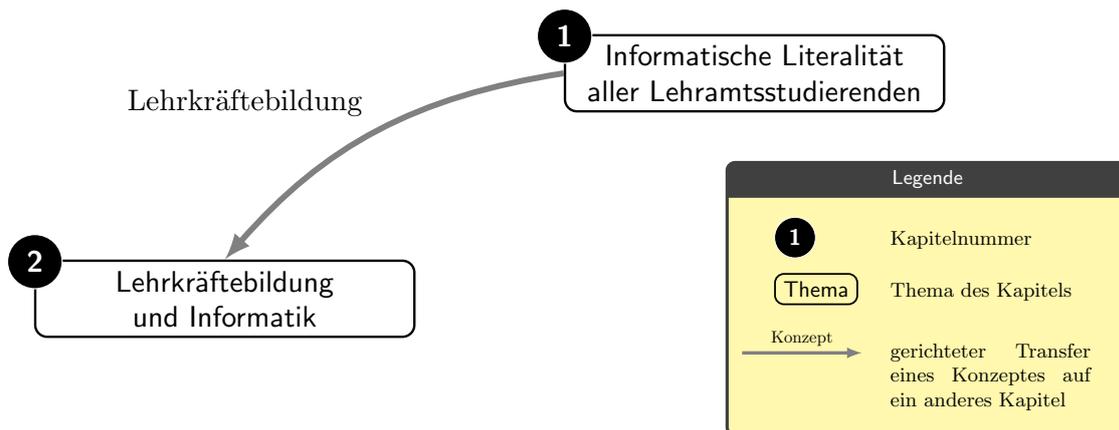


Abbildung 2.1.: Strukturskizze

Die im Kontext dieses Forschungsvorhabens intendierte Fruchtbarmachung informatischer Bildungselemente in der allgemeinen Lehrkräftebildung impliziert die Bedeutsamkeit dieser Elemente für alle Lehrkräfte. Daher ist in diesem Kapitel die Frage zu diskutieren, in welchem Verhältnis informatische Bildung und Lehrkräftebildung zueinander stehen (**Forschungsfrage FF1.1: Welche Beziehung besteht zwischen Informatik und Lehrkräftebildung?**). Da diese Arbeit sich mit dem hochschuldidaktischen Rahmen der Lehrkräftebildung auseinandersetzt und dabei Synergien und Divergenzen verschiedener Wissenschaftsdisziplinen unmittelbar bedeut- und wirksam werden könnten, wird eine Fokussierung auf das wissenschaftliche Studium im Rahmen der ersten Phase der Lehrkräftebildung angesetzt. Die Phasierung der Lehrkräftebildung in die drei Phasen Studium, Vorbereitungsdienst sowie Fort- und Weiterbildung ist zentrales Strukturmoment der Sequenzierung der Lehrkräftebildung in Deutschland (vgl. Sekretariat der KMK 2019, S. 4). In der ersten Phase kann bei Lehramtsstudierenden prinzipiell die »allgemeine Hochschulreife« vorausgesetzt werden; dies bedeutet aufgrund der curricularen Situation in Deutschland allerdings nicht zwingend, dass informatische Bildung ein Teil dieser Voraussetzung ist (vgl. zum Stand des Informatikunterrichts in Deutschland Schwarz 2020; Gesellschaft für Informatik e. V. 2022). Die Länderhoheit verantwortet bezüglich der Etablierung von Informatik als Schulfach eine sehr heterogene Lage, die aktuell – mit Ausnahmen – von zahlreichen Verbänden und Gremien, als höchst förderungsbedürftig bezeichnet wird (vgl. u. a. Wissenschaftsrat 2020; Hochschulrektorenkonferenz 2022; SWK 2022). Für andere Schulfächer liefert die allgemeine Hochschulreife in der Regel (zumindest grundlegende) Anknüpfungspunkte an die jeweils studierten Fachwissenschaften und weitere durch die Allgemeinbildung fundierte fachbezogene Kompetenzen

(z. B. Hauptfächer Mathematik, Deutsch und die erste Fremdsprache). Für Informatik ist bundesweit betrachtet keine gesicherte Aussage dazu möglich.

Doch auch wenn Elemente informatischer Bildung zur schulischen Bildung (»nullte Phase« der Lehrkräftebildung) hinzugerechnet werden können (bei entsprechender curriculärer Lage), gilt es nichtsdestoweniger, das Verhältnis des professionsbezogenen Studiums in Fachdidaktik und Bildungswissenschaften zur informatischen Bildung zu klären: Die Professionalisierung in der Lehrkräftebildung liegt im Spannungsfeld von »Bildungswissenschaften – Fachdidaktik – Fachwissenschaften«. Demnach müsste informatische Bildung – wenn sie denn für alle Lehramtsstudierenden bedeutsam wäre – einerseits im Duktus einer »allgemeinen Bildung« für Lehrkräfte als bildungswissenschaftliches Element aufgefasst werden, das im Hinblick auf informatische Grundlagen fächerübergreifend wirksam wird. Andererseits sind aus wissenschaftstheoretischer Perspektive Schnittmengen zwischen Informatik und anderen Wissenschaftsdisziplinen festzustellen. Aus diesen allgemeinen und fachindividuellen Bezügen zur Informatik könnten wiederum Konsequenzen für die Fachdidaktik erwachsen.

Mit der Einrichtung eigenständiger Informatikstudiengänge gehen Überlegungen einher, dass Informatik spezifische Qualitäten aufweist, die Eingang in den allgemeinen Bildungskanon finden müssen. »Die pure Behauptung der Wichtigkeit der Technologie (weshalb sie folglich schnellstmöglich in die Schule gehört) reicht allein noch nicht hin diesem Ansinnen zu folgen« (Euler 1999, S. 9). Der Kern informatischer Bildung liegt vielmehr im Aufschluss zeitinvarianter Gegenstandsbereiche und Methoden der Informatik auf konzeptueller Basis und ist ebenso von einer fachfundierten Diskussion gesellschaftlicher Implikationen geprägt.

Die Rolle der Informatik für die Lehrkräftebildung in *vertiefter* Auseinandersetzung und unter Berücksichtigung einer Bandbreite erziehungswissenschaftlicher Theorien zu klären, ist im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich. Dass es in diesem Bereich zukünftiger Forschungsarbeit bedarf, zeigt die Aufarbeitung bestehender Argumentationslinien der Informatik und ihrer Didaktik (vgl. 2.2), in der im Wesentlichen Allgemeinbildung und bildungspolitische Legitimation auftreten. Um die Beziehung zwischen Informatik und Lehrkräftebildung zu erörtern, sind auf den ersten Blick zwei Wege dienlich: Einerseits lassen sich aus Fragen nach der Professionalisierung von Lehrkräften informatische Bildungsmomente¹ im pädagogischen Handeln identifizieren; hierbei besteht die Gefahr einer instrumentalisierenden Tendenz (Informatik wird auf den Einsatz der von ihr geschaffenen Werkzeuge beschränkt – es fehlt: informatische Bildung). Andererseits lässt sich von der Informatik als Wissenschaftsdisziplin ausgehend erörtern, worin bildende Momente in der Auseinandersetzung mit Informatik bestehen und welche Beziehung sie zu Bildung hat; auf diese Weise werden Sichtweisen der Informatik bildungstheoretisch aufgearbeitet. Daher wird ein Kompromiss zwischen den beiden Varianten gewählt, indem mit einem wissenschaftstheoretischen Aufschluss der Informatik begonnen wird (vgl. Kap. 2.1), der über einen kurzen Abriss einer bildungstheoretischen Perspektive der bisherigen informatikdidaktischen Forschung (vgl. Kap. 2.2) in eine informatikdidaktische Betrachtung des Lehrkräfte-Handlungsfeldes Schule (vgl. Kap. 2.3) mündet.

¹ Im Sinne des transformatorischen Ansatzes von MASCHKE, die sich auf RIEGER-LADICH bezieht, werden »Bildungsmomente« als Initiativen für Prozesse der Habitustransformation verstanden (vgl. Maschke 2013, S. 340; Rieger-Ladich 2005, S. 91).

Schlussendlich liegt diesem Kapitel zur Lehrkräftebildung damit folgende Arbeitsstruktur zugrunde: Zunächst wird Informatik im Wissenschaftsgefüge als eigenständige Wissenschaft vorgestellt, indem ihre zentralen Gegenstandsbereiche und Methoden identifiziert werden und im Vergleich zu anderen Wissenschaftsdisziplinen eine Charakterisierung expliziert wird (vgl. Kap. 2.1). Mit dem daraus resultierenden Verständnis von Informatik ausgestattet werden Informatik und Bildung konfrontiert: Nach der Darstellung bestehender Argumentationslinien für informatische Bildung (vgl. Kap. 2.2) werden Handlungen von Lehrkräften auf informatische Bildungsmomente untersucht (vgl. Kap. 2.3). Sie zeigen für die im weiteren Verlauf dieser Arbeit fokussierte Repräsentation respektive Darstellung maßgeblichen Charakter auf. Die Relevanz informatischer Bildungselemente für die Gestaltung von Lehr-/Lernprozessen wird anhand einer Bestimmung von Kohärenz und Divergenz von Medienbildung und informatischer Bildung verdeutlicht und legt schließlich einen Ausweis der kulturtechnischen Bedeutsamkeit informatischer Bildung nahe. Letztgenannte Perspektive (sc. Kulturtechnik) empfiehlt einen Exkurs zur Schrift. Unmittelbar nachfolgend wird die Schrift, die als Kulturtechnik auch für die Lehrkräftebildung eine hohe Relevanz aufweist, als Ressource informatischer Bildungsmomente analysiert, um handlungsorientierte bzw. unterrichtspraktische Überlegungen an die theoretische Fundierung knüpfen zu können (vgl. Kap. 2.4).

2.1. Informatik im Wissenschaftsgefüge

2.1.1. Zentrale Gegenstandsbereiche der Informatik

Eine Definition von Informatik kann an folgender Formulierung nach HUMBERT ausgemacht werden: »Informatik ist die Wissenschaft, die sich mit der automatischen Verarbeitung von Daten beschäftigt. [...] In einer stärker pragmatisch orientierten Sicht beschäftigt sich die Informatik mit der Entwicklung von Informatiksystemen als Einheiten von Hardware, Software und ihrer Integration in Netzen und der Entwicklung dazu notwendiger theoretischer Grundlagen« (Humbert 2006, S. 26). Im Jahr 1976 beschloss der Fakultätentag Informatik die Strukturierung der Wissenschaft Informatik durch sechs Fachgebiete – darunter drei kerninformatische Fachgebiete (vgl. Fakultätentag Informatik 1976); sie sind seit dem strukturgebend innerhalb der Wissenschaft Informatik und eignen sich zugleich, um wesentliche Anliegen und Arbeitsweisen der Informatik als Ganzes darzustellen (vgl. Abb. 2.2). »Informatik erforscht die grundsätzlichen Verfahrensweisen der Informationsverarbeitung und die allgemeinen Methoden der Anwendung solcher Verfahren in den verschiedensten Bereichen« (ebd., S. 39); die »Informationsverarbeitung wird gemeinhin aufgefaßt als Durchführung einer Abbildung zwischen Datenmengen, beschrieben durch einen Algorithmus« (ebd., S. 40). Hierhin zeigen sich vier für die Informatik zentrale Begrifflichkeiten: Information und Daten sowie Automation (bzw. Automatik) und Algorithmus². Zu berücksichtigen gilt eine *abstrakte* Ebene gegenüber einer *operativen* Ebene: Daten und Algorithmen sind die konkreten, im informatischen Sinne »verarbeitbaren« bzw. verarbeitenden Ausprägungen der Abstracta Information bzw. Automation.

² Etymologisch betrachtet ist Informatik ein Kofferwort aus Information und Automatik.

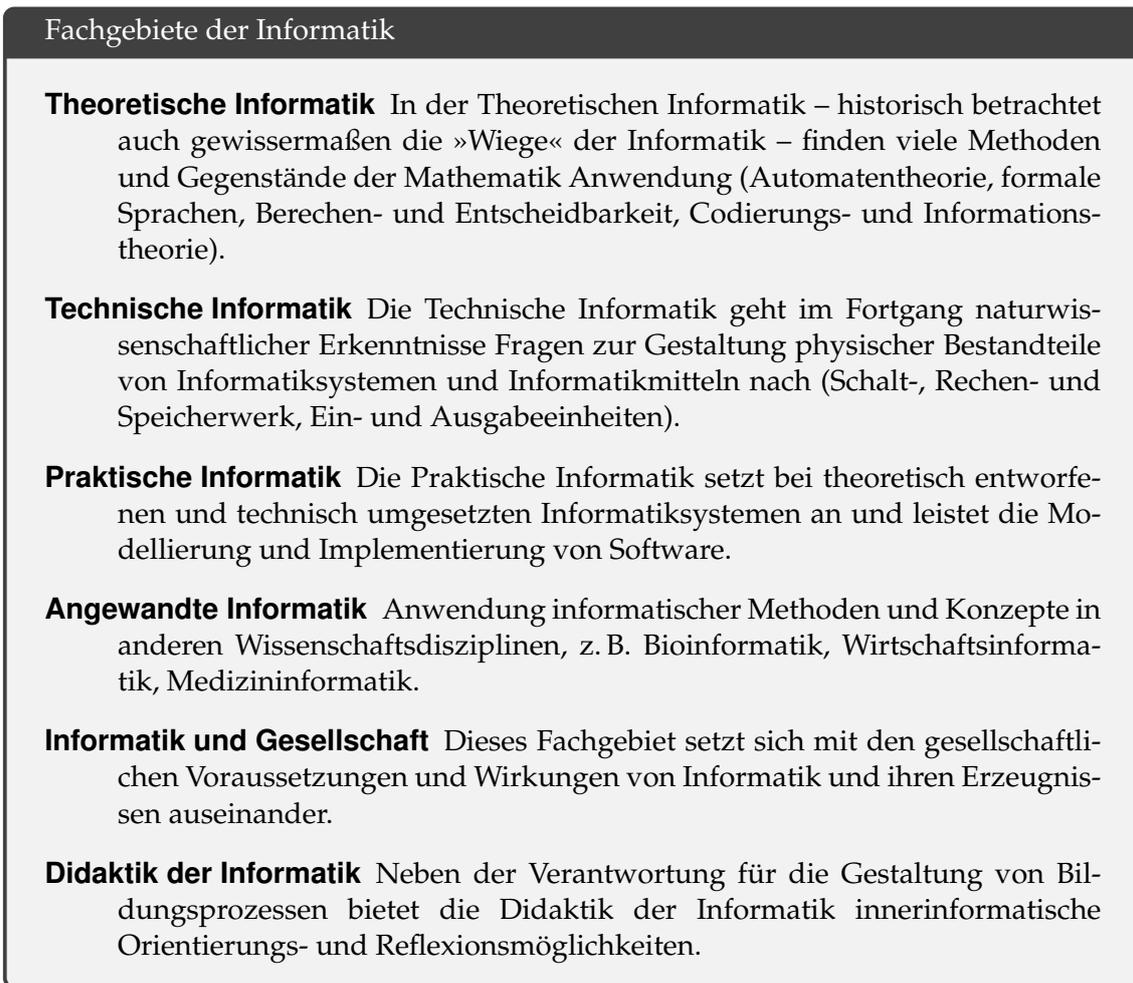


Abbildung 2.2.: Fachgebiete der Informatik (vgl. etwa Baumann 1996, S. 83)

Der Informationsbegriff ist von immenser 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 Modellierung (vgl. Abb.1.1) für *Informatiksysteme*³ heraus. Primär adressiert der Informationsbegriff die Zielebene informatischer Modellierung beim *Menschen*; dieser Aspekt ist auch geeignet, um die Grenzen der Informatik aufzuzeigen. Die begrifflichen Ebenen »Wissen« und »Information« sind Gegenstände fortwährender Diskussionen und zentrale Momente zugleich. Der informatische Informationsbegriff, den diese Arbeit voraussetzt, bezieht sich zunächst *vereinfachend* auf die Darstellungen von BAUMANN⁴ und FUHR (vgl. Baumann 1996, S. 156;

³ Insbesondere sind auch jegliche gesellschaftlichen und zwischenmenschlichen Fragestellungen im Kontext der Gestaltung dieser Systeme zu berücksichtigen; ROPOHL bietet dazu den Begriff der »soziotechnischen« Systeme an (vgl. Ropohl 2009, S. 321), der bei MAGENHEIM und SCHULTE auf die Informatik und ihre Didaktik bezogen wird (vgl. Magenheim und Schulte 2006). Eine vertiefte Auseinandersetzung mit Informatiksystemen leistet STECHERT (vgl. Stechert 2009).

⁴ »Unter Information wird der (sprecher- und darstellungsinvariante) Inhalt einer Nachricht verstanden, welcher das Wissen des Empfängers erweitert« (Baumann 1996, S. 156).

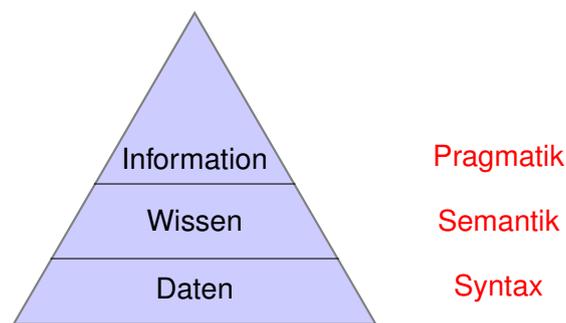


Abbildung 2.3.: Daten – Wissen – Information

Fuhr 2000, 10, vgl. auch Abb. 2.3); letzterer Ansatz erfährt durch KUHLEN eine theoretische Fundierung (vgl. Kuhlen 1991, S. 58 ff.). Für grundsätzliche Überlegungen zum Informationsbegriff sei auf CAPURRO verwiesen (vgl. Capurro 1978; Capurro 1990).

Vor dem bisher skizzierten Hintergrund und im Sinne von KUHLEN ist die Abb. 2.3 folgendermaßen zu erklären: In der uns umgebenden Welt sind wir permanent konfrontiert mit Daten. Daten- oder auch Signalquellen⁵ können sehr vielgestaltig sein und treten in Form von Zeichen als einzelne Symbole oder in Texten, Diagrammen, Bildern, Gegenständen oder als Handlung in Erscheinung. Prinzipiell ist es möglich, eine strukturelle Beschreibung der Anordnung dieser Daten zu beginnen, d. h. ihre Syntax zu erfassen; allerdings kann *nie* garantiert, also *vorher* entschieden werden, ob diese strukturelle Beschreibung endlich ist. Die Bedeutung, die erfassten Daten zugeschrieben wird, entsteht auf der nächsten, nämlich auf der semantischen Ebene; hier wird nach FUHR Wissen generiert (vgl. Fuhr 2004, S. 10), das zu großen Teilen auf Konvention beruht. Erst auf der pragmatischen Ebene »geschieht« Information: »Information ist ein Vorgang: Die Beteiligten wählen aus, was und wie sie reden und verstehen wollen« (Siefkes und Rolf 1992, S. 14). Information geschieht *in* uns als Menschen: Wir ziehen – und zwar jede*r für sich – einen Schluss aus den vorliegenden, wahrgenommenen Daten und deren Bedeutung. Je nach dem, welchem Ansatz man folgt⁶, gelangt man bei Informatiksystemen zu *informations-* oder *wissensverarbeitenden* Systemen; gemäß Abb. 2.3 sind es wissensverarbeitende Systeme, denn entscheidend ist, dass Informatiksysteme die pragmatische Ebene *nie* erreichen können. Damit ist Informatik u. a. »eine technische Wissenschaft, in der man sich mit der Verarbeitung von Wissen befaßt« (ebd., S. 15). Zugleich regen ROLF und SIEFKES aber dazu an, im Rahmen einer Diskussion der Grundlagen auch gerade den zentralen Begriff »Information« fachlich stärker zu untersuchen (vgl. ebd., S. 13). Vorerst

⁵ Zur Ordnung der Termini Signal, Daten, Nachricht schlagen CLAUS und SCHWILL folgende Strukturierung vor: *Signal* – elementare feststellbare Veränderungen (Zeichen, Strich, Laut, Ton, Bewegung, Licht, ...); *Daten* – ein durch digitale Zeichen dargestelltes Signal; *Nachricht* – Sequenz von Signalen inklusive räumlicher und zeitlicher Anordnung (vgl. Claus und Schwill 2006, S. 303).

⁶ Sowohl die Sequenz »Daten–Wissen–Information« (vgl. Fuhr 2000, S. 10) als auch »Daten–Information–Wissen« (vgl. Fuhr 2004, S. 8) werden diskutiert. Im weiteren Verlauf der Arbeit wird der ersten Linie gefolgt (wie Kuhlen 1991, S. 58 ff.; Ingold 2011, S. 36).

ist zu konstatieren: Die Verarbeitung von *Daten* ist das, womit die Informatik sich auf der *operationalen* Ebene befasst und was Informatiksysteme tatsächlich verarbeiten können⁷.

Neben Daten (und Information) steht die *automatisierte Verarbeitung* der Daten, die eindeutig auf den Algorithmenbegriff verweist. Dieser zentrale, informatische Gegenstand grenzt sich durch folgende Eigenschaften etwa von heuristischen Verfahren oder sonstigen (Handlungs-)Abläufen ab: allgemeingültig, finit, terminierend, determiniert, deterministisch (vgl. Claus und Schwill 2006, S. 45). Nicht-deterministische Algorithmen können mit einer deterministischen Turingmaschine simuliert werden; praktische Umsetzungen bedienen sich bei der informatischen Modellierung stochastischer Methoden. Gerade maschinelle Lernverfahren scheinen Vieles zu versprechen und tatsächlich zu erreichen – heute mehr denn je, da die hardwarebezogene Leistungsfähigkeit im Vergleich zu den konzeptuellen Anfängen der künstlichen Intelligenz in den 1960er Jahren mittlerweile gegeben ist. Dennoch existieren die bewiesenen, prinzipiellen Grenzen der Informatik (etwa die Unentscheidbarkeit des Halteproblems oder Selbstreferentialität von Informatiksystemen) und können nicht überschritten werden; es zeigt sich daran, dass die Informatik an ihren eigenen Grundlagen wesentliche Diskussionen zu führen hat, die mitunter zu Fragen der (gesamtgesellschaftlichen) Verantwortung führen – insbesondere »[w]enn niemand greifbar ist, weder handelnd noch betroffen« (Siefkes und Rolf 1992, S. 13), wie es bei automatisierten Prozessen oftmals der Fall sein kann. Die Informatik als Wissenschaftsdisziplin nimmt daher einen starken Gestaltungsauftrag an – gerade im Sinne verantwortungsvoller Entscheidungsfindung und Mitgestaltung sozialer Wirklichkeit als wesentliche Momente der Informatik. Im Folgenden wird der »Charakter« der Wissenschaft Informatik näher ergründet.

2.1.2. Einordnung im Wissenschaftskanon

Zur Untersuchung der Einordnung der Informatik im Wissenschafts»kanon« wird BAUMANN herangezogen. Seine Ausarbeitungen zur Informatik als Wissenschaft zeigen, dass eine sehr unübersichtliche und teils sehr widersprüchliche Gemengelage von Charakterisierungsversuchen der Informatik vorliegt⁸ (vgl. Baumann 1996, S. 87 ff.). Grundmomente seien immer Information und Automat bzw. Algorithmik; der konstruktive, gestaltende Anteil fehle aber regelmäßig. Hier verweist BAUMANN auf Konstruktion und Beherrschung von Systemen sowie die Bedeutung der Vernetzung dieser Systeme (vgl. ebd., S. 88). Die informatische Modellierung (vgl. Thomas 2002; Humbert 2003; Humbert 2006, S. 14, sowie Abb. 2.2) ist als Methode eines der wesentlichen Alleinstellungsmerkmale der Informatik – insbesondere in klarer Abgrenzung zu den zentralen Arbeitsweisen in den Naturwissenschaften und der Mathematik. Sie löst den von BAUMANN geforderten Gestaltungscharakter ein.

Dass eine »klassische« Einteilung dabei kaum zu Rate gezogen werden kann, kommentiert THOMAS folgendermaßen: Die »Schwierigkeit der Einordnung der Informatik in den

⁷ In Dänemark konnte NAUR (1966) den Begriff »Datalogie« (im Dänischen: datalogi) erfolgreich etablieren.

⁸ Informatik als Ingenieurwissenschaft versus Informatik als »Wissenschaft vom Menschen«; vgl. auch die angesprochenen Defintionsprobleme, die ersichtlich werden in Humbert 2002a, S. 110.

Wissenschaftskanon [...] macht die Untersuchung des Modellverständnisses innerhalb dieser Fachwissenschaft besonders interessant« (Thomas 2002, S. 25).

Im von BAUMANN angeführten Zitat⁹ BRAUERS wird deutlich:

Die Informatik behandelt nicht Phänomene der Natur, ihre Objekte sind von Menschen geschaffene Systeme (Rechensysteme) und Strukturen (Informationsstrukturen) – also ist sie keine Naturwissenschaft, obwohl viele Erkenntnisse der Naturwissenschaften in ihr gebraucht werden und sie andererseits viele Anwendungen in den Naturwissenschaften hat. Sie ist aber auch nicht Nachrichten- oder Rechenmaschinenteknik – also keine der klassischen Ingenieurwissenschaften, obwohl ingenieurwissenschaftliche Methoden undhaltungen in ihr eine große Rolle spielen (...). Die Informatik paßt damit nicht in die klassische Einteilung der Wissenschaften. Als Ausweg bietet sich C. F. von Weizsäckers Einteilung der Wissenschaften an, in der die Informatik neben der Mathematik als *Strukturwissenschaft* eingeordnet wird.

(Brauer, Haacke und Münch 1989, S. 35 in Baumann 1996, S. 88)

Informatik hat einen hohen Anteil strukturwissenschaftlicher Momente, die über die formalen (d. h. mathematischen und z. T. linguistischen) Elemente begründbar sind. Während die Theoretische Informatik diese sehr deutlich zu Tage fördert, verweisen Technische und Praktische Informatik eher auf Informatik als *Ingenieurdisziplin*¹⁰. Der informatische Zugang zur Welt ist allerdings kein rein technischer; er ist vielmehr sowohl von formalen Operationen als auch deren gesellschaftliche Implikationen (vgl. Fachgebiet »Informatik und Gesellschaft«) geprägt. Zudem ist ihr zentraler Bezugspunkt (Information) eine nicht-physische, kognitive Ressource. Daher wird Informatik zum Teil als sogenannte »Ingenieurgeisteswissenschaft« bezeichnet (zur Einordnung im Wissenschaftskanon vgl. Humbert 2006, S. 16 ff.; Schubert und Schwill 2011, S. 8 f.). Die Informatik hat auch geistes- bzw. sozialwissenschaftliche Färbungen; dies ist nicht allein erkennbar am etablierten, eigenständigen Fachgebiet Informatik und Gesellschaft, sondern zeigt sich auch in der Anwendung kognitiver Arbeitsweisen und in der frequenten Konfrontation mit immateriellen Gegenständen; BAUMANN spräche hier von einer Zuordnung zu den »Informationswissenschaften« (vgl. Baumann 1996, S. 20). »Informatiker konstruieren nicht Rechensysteme, sondern sie manipulieren soziale und ökologische Systeme, indem sie Rechner hineinkonstruieren« (Siefkes und Rolf 1992, S. 14). Dies wirft gerade auch *innerhalb* der Informatik Fragen zur ökologischen Nachhaltigkeit und sozialen Verantwortung auf, denen mit geisteswissenschaftlichen Methoden zu begegnen ist.

HUMBERT kommt mit BRAUER zu dem Schluss, dass Informatik eine »Kooperationspartnerin für jede Wissenschaft und jede Sparte praktischer Tätigkeiten [ist]« (Brauer und Münch 1996, S. 12 in Humbert 2006, S. 19)¹¹. Informatik tritt – so BAUMANN, HUMBERT

⁹ Vgl. zum Objektbegriff im Glossar: »Objekt«.

¹⁰ Hieran zeigt sich auch deutlich die Abgrenzung zur Modellierung der Mathematik, deren Modelle eben nicht praktisch (im Sinne von etwa: softwaretechnisch) oder (hardware)technisch umgesetzt werden können.

¹¹ Diese Sichtweise ist insbesondere für die Lehrkräftebildung interessant.

und ROLF und SIEFKES – vor allem als Gestaltungswissenschaft von Systemen *für den Menschen* auf¹².

CAPURRO sieht Informatik als »hermeneutische Disziplin« (vgl. Capurro 1990) mit der Aufgabe technischer Gestaltung menschlicher Interaktionen in der Welt. »Diese Einschätzung geht vielen Informatikerinnen zu weit, da sie sich von den damit verbundenen Konsequenzen überfordert fühlen. Gerade für die *Didaktik der Informatik* eröffnet diese philosophische Dimension Chancen für Synergieeffekte zwischen Fächern« (vgl. ebd. in Humbert 2006, S. 17; Hervorhebung übernommen). Zur zentralen Arbeitsweise der informatischen Modellierung ergibt sich eine ausgezeichnete Passung.

VOLLMAR (2000) und HUMBERT (2002a) sehen Informatik schließlich als mögliche Metawissenschaft. Den etablierten methodologischen Ausrichtungen Theoriebildung und Empirie wird Informatik zur Verbindung von Theorie und Praxis zur Seite gestellt (vgl. ebd., S. 114); Fortschritte könnten dabei durch Simulation und Visualisierung erreicht werden (vgl. Vollmar 2000, S. 7). Dies bestätigt KRÄMER: »Mit der numerischen Simulation zeichnet sich eine Schriftnutzung ab, die neue Arten wissenschaftlicher Visualisierung ermöglicht, welche sich wiederum zu einer dritten Form wissenschaftlicher Praxis neben Experiment und Theoriebildung zu konsolidieren beginnt« (Bredenkamp und Krämer 2003, S. 16). Dabei sind Informatiksysteme nicht zwingend mit eingeschlossen: »Im Einzelfall kann gezeigt werden, dass sich für die Unterstützung von Klärungsprozessen, die nicht primär in ein Informatiksystem gegossen werden sollen, eine Analyse mit Informatikmethoden als nützlich und hilfreich erweist« (Humbert 2002a, S. 113).

EULER spricht in Anlehnung an SNOW (1959) von zwei Kulturen: geisteswissenschaftlich-literarische und naturwissenschaftlich-technische (vgl. Euler 1999, S. 14). Die oben durchgeführte Erörterung des wissenschaftlichen Charakters der Informatik zeigt auf, dass Informatik entweder zwischen beiden Kulturen anzusiedeln ist, also weder der einen noch der anderen unmittelbar angehört, oder quer bzw. darüber oder darunter liegt; in keinem Fall ist sie ohne Weiteres zuweisbar. Durch diesen moderierenden Charakter könnte ein geeigneter Diskurs in der Lehrkräftebildung entstehen. Die informatische Durchdringung aller Lebensbereiche als gesamtgesellschaftliches Phänomen, für das die fehl- bzw. überinterpretierte Bezeichnung »Digitalisierung«¹³ etabliert wurde (vgl. z. B. SWK 2022, S. 14), ist in Konsequenz der bisherigen Betrachtungen entsprechend als *Informatisierung* auszuweisen¹⁴. Informatik wird auf diese Weise als klare Bezugswissenschaft für die in Kapitel 1 genannten Entwicklungen herausgestellt, die den Menschen und seine Gestaltungsbelange ins Zentrum der Wissenschaft rücken. In Kapitel 2.3 wird die Fokussierung der Informatik als Wissenschaft zur Gestaltung von Werkzeugen *für den Menschen* dementsprechend an der Lehrkraft und deren Unterrichtsgestaltung ausgerichtet.

¹² »Informatiker balancieren zwischen den Humanisten, die interpretieren, und den Ingenieuren, die konstruieren. Nur so können sie die menschlichen Belange wahren« (Siefkes und Rolf 1992, S. 14).

¹³ In der vorliegenden Arbeit wird der Begriff Digitalisierung als informatischer Fachterminus für die »Transformation von ›Zeichen‹ in Bitmuster« (vgl. Herzig 2001, S. 116) definiert.

¹⁴ Damit stellt sich der Verfasser in die Tradition von NORA und MINC, die den Terminus »Informatisierung« schon Ende der 1970er Jahre geprägt haben (vgl. Nora und Minc 1979).

2.2. Legitimation informatischer Bildung

Die Informatik hat bereits seit Anbeginn Stellung zu Bildungsfragen bezogen. In der fachgebietsübergreifenden Bildungsdiskussion in der Informatik zeichnet sich eine konstruktive Linie durch FORSYTHE (1963), NAUR (1967), CLAUS (1977), ARLT und HAEFNER (1984) und CLAUS (1995), ehe das Fachgebiet Didaktik der Informatik durch den ersten in Deutschland eingerichteten Lehrstuhl für Didaktik der Informatik ab 1996 auch im informatischen Forschungskontext nachhaltig verankert wurde. CLAUS kommt zu dem Schluss, dass »Allgemeinbildung [...] keine absolute Größe, sondern eine (erkenntnis- und damit zeitabhängige) gesellschaftliche, politische und kulturelle Einstellung [ist]« (Claus 1995, S. 42). Dies zeigt bereits sowohl den Vorteil als auch zugleich den Nachteil des in der Informatikdidaktik primär angeführten Begriffes der Allgemeinbildung, nämlich seine zeitliche Varianz. Die erst später sich herausentwickelnde Didaktik der Informatik legt immer wieder dar, dass Elemente der informatischen Bildung *allgemeinbildenden* Charakter haben. Dies ist dadurch begründet, dass sich ein Großteil der Autor*innen auf KLAFKI und in dessen Folge auf BUSSMANN und HEYMANN (vgl. Heymann 1996) berufen. Insgesamt lassen sich drei Linien in der Forschungshistorie der Didaktik der Informatik aufschlüsseln, die es im Nachfolgenden darzustellen gilt.

1. SCHWILL im Rückbezug auf BRUNER bzw. WHITEHEAD (vgl. Schwill 1993)
2. HUBWIESER bzw. WITTEN im Rückbezug auf HEYMANN (vgl. H. Witten 2003; Hubwieser 2007)
3. HUMBERT im Rückbezug auf KLAFKI (vgl. Humbert 2006)

2.2.1. Fundamentale Ideen in der Tradition von Whitehead und Bruner

In der Pädagogik werden fundamentale Ideen insbesondere zur Entscheidungsfindung des Fachunterrichts an allgemeinbildenden Schulen herangezogen. Mit BRUNER gelangt man unter Verwendung der Begrifflichkeit der fundamentalen Ideen zu einer Fokussierung der fachwissenschaftlichen Strukturen im Unterricht. SCHWILL definiert Ideen folgendermaßen: »Ideen sind idealisierte Vorstellungen, mit denen möglicherweise nicht erfahrbare Ziele verbunden sind; sie kanalisieren jedoch den menschlichen Forschungsdrang und leiten den Verstand an, seinen Erkenntnisbestand in Richtung auf das Ziel auszudehnen, ohne es womöglich jemals erreichen zu können« (Schubert und Schwill 2011, S. 59). »Eine Fundamentale Idee bzgl. eines Gegenstandsbereichs (Wissenschaft, Teilgebiet) ist ein Denk-, Handlungs-, Beschreibungs- oder Erklärungsschema« (ebd., S. 64), welches die fünf Kriterien Durchdringung der Fachwissenschaft (Horizontalkriterium), graduelle Adaptivität (Vertikalkriterium)¹⁵, Lebensweltbezug (Sinnkriterium), zeitliche Invarianz (Zeitkriterium) und Optimierungscharakter (Zielkriterium) erfüllt.

SCHUBERT und SCHWILL referieren Informatik als Wissenstechnik und als eigenständige »Kulturtechnik«. Die Idee von Informatik als vierter Kulturtechnik neben Lesen, Schreiben und Rechnen geht aber bereits als Konsequenz aus den Überlegungen von LANSKY

¹⁵ Ein Gegenstand, der nicht auch im Primärbereich aufgeschlossen werden kann, ist kein Kandidat für eine Fundamentale Idee (Schubert und Schwill 2011, S. 62 ff.).

und CLAUS hervor (vgl. Bauersfeld, Otte und Steiner 1977, S. 19 ff., 35 ff.); in den 1960-er Jahren haben FORSYTHE und NAUR bereits die kulturtechnische Dimension der Informatik vorherbestimmt durch Vergleiche informatischer Kompetenzen mit Lesen, Schreiben und Rechnen bzw. mit dem Verweis auf Informatik als drittes Hauptfach neben Sprache und Mathematik (vgl. Forsythe 1963 in Donald E. Knuth 1972, S. 722; Naur 1967 in der Übersetzungsfassung von Sveinsdottir und Frøkjær 1988, S. 457). Die Etablierung der Kulturtechnik Informatik in der Lehrkräftebildung wurde in Österreich 1989 in einer Hochschulreform eingefordert (IDG Tech Media GmbH 1989). SCHWILL fordert eine »Computer-Alphabetisierung«, in deren Rahmen die Fähigkeit erlangt werden müsse, Computer zur Bewältigung von Aufgaben im Beruf, im häuslichen Bereich, in der Gestaltung der Freizeit usw. einsetzen zu können (vgl. Schubert und Schwill 2011, S. 11). Informatik wird Lesen, Schreiben und Rechnen als viertes Element gleichgesetzt beigeordnet; diese Sichtweise wird im Rahmen der vorliegenden Dokumentation der Forschungsergebnisse in 2.3.4 aufgegriffen und einer Untersuchung zugeführt, da bei einer entsprechenden, kulturellen Tragweite der Informatik die Eignung für die Lehrkräftebildung im Besonderen erfüllt sein dürfte – etwa beim Erwerb grundlegender Kulturtechniken in den ersten Schuljahren als Voraussetzung zur Partizipation in konsekutiven Bildungskontexten. Diesen Erwerb aber primär mit der Anwendung von Informatiksystemen zu motivieren und zu stützen, bricht einerseits mit KLAFKI, der Sekundärtugenden (z. B. stark anwendungsbezogene Kompetenzen) als fragwürdig deklariert, da die Anwendungszwecke sowohl den Menschen förderlich als auch schädlich sein könnten (vgl. Klafki 2007, S. 74 f.); andererseits sprechen die informatikdidaktische Phänomenorientierung (vgl. Humbert und Puhmann 2004) sowie die Erkenntnisse aus dem Forschungsfeld »Informatik im Primarbereich« (z. B. in MSB-NW 2017; Humbert (federführend) u. a. 2019) dagegen.

2.2.2. Allgemeinbildungsbegriff in der Tradition von Heymann

HEYMANN definiert einen (minimalen) Katalog lebensvorbereitender Kompetenzen (vgl. Heymann 2020, S. 907):

1. Vorbereitung auf zukünftige Lebenssituationen
2. Stiftung kultureller Kohärenz
3. Aufbau eines Weltbildes
4. Anleitung zum kritischen Vernunftgebrauch
5. Entfaltung eines verantwortlichen Umgangs mit den erworbenen Kompetenzen
6. Stärkung des Schüler-Ichs

Er unterscheidet Sichtstrukturen (Oberflächenstruktur, Sozialformen, Organisationsformen) und Tiefenstrukturen (kognitive Aktivierung, individuelle Förderung, konstruktive Unterstützung). Sein Allgemeinbildungskonzept ist ein Orientierungsrahmen zur Legitimation von Bildungsprozessen, der folgende Aspekte berücksichtigt: Lebensvorbereitung, die drei elementaren Kulturtechniken, allgemeine Basis-Kompetenzen und inhaltliche Basis-Kompetenzen. Er identifiziert drei Hauptbedeutungen von »Bildung«:

1. Bildung als individueller Prozess der Selbstentwicklung (mit aktiver Aneignung)
2. Bildung bezieht sich auf ein gesellschaftliches und politisches Problem, das ganz praktisch gelöst werden muss: Was sollen Kinder an öffentlichen Schulen lernen? (Verweis auf Allgemeinbildung)
3. Bildung als Ermöglichungssystem

(vgl. ebd.)

HEYMANN und in dessen Folge die Informatikdidaktik¹⁶ hängen sehr stark an einem Allgemeinbildungsbegriff, der in Teilen zu verwertungsorientiert ist¹⁷. HUBWIESER greift auf diesen Allgemeinbildungsbegriff zurück und verweist in diesem Zusammenhang auf ENGBRING, BAUMANN und SCHUBERT (vgl. Engbring 1995; Baumann 1996; Schubert 1997, in Hubwieser 2007, S. 57). Zum allgemeinbildenden Wert informatischer Bildung führt HUBWIESER das Modell von HEYMANN folgendermaßen an (vgl. Hubwieser 2007, S. 62):

Stiftung kultureller Kohärenz Um geschlechtlich oder sozial bedingten Unterschieden zu begegnen, gelte es, Informatikunterricht als verpflichtend einzustufen.

Aufbau eines Weltbildes Hier führt HUBWIESER die Empfehlung von BREIER an, »um den Begriff ›Information‹ eine neue Art von Informatikunterricht konzipieren. Zur Ausbildung von Sach-, Handlungs- und Beurteilungskompetenz [...] ist [...] eine ebenso tief greifende Behandlung des Themenkomplexes ›Information‹ nötig, wie [bei] [...] Energie« (ebd., S. 63, in Bezug auf Breier 1994).

Anleitung zum kritischen Vernunftgebrauch Entscheidend seien die Darstellung der prinzipiellen Möglichkeiten und Grenzen, die Berechenbarkeit und Komplexität, die Funktionsweise von Rechenanlagen und Netzen sowie das Phänomen der »Blindheit«.

Verantwortlicher Umgang mit den erworbenen Kompetenzen Zwei Aspekte erwiesen sich als tragfähig: Zum einen mögen die Menschen die Maschinen beherrschen und nicht beherrscht werden (vgl. Schulz-Zander u. a. 1993); andererseits sei der verantwortungsvolle Umgang mit Daten¹⁸ und die Erziehung zu verantwortungsvollem Handeln zu fördern.

(vgl. Hubwieser 2007, S. 63 f.)

Die Argumentation von HUBWIESER zur Frage, wozu es Informatikunterricht – sprich: informatische Bildung – denn bräuchte, ist aus bildungstheoretischer Perspektive schwer-

¹⁶ Z. B. folgen WITTEN, HUBWIESER und PASTERNAK der Sichtweise HEYMANNS (vgl. H. Witten 2003; Hubwieser 2007; Pasternak 2013).

¹⁷ In diesem Sinne sind auch Argumentationslinien über Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)-Studien u. ä. erklärbar; Informatik müsse Pflichtfach werden, weil empirische Belege bestimmte Defizite aufzeigten; kritisch zu hinterfragen ist allerdings, inwiefern die Erhebungen überhaupt einen konkreten *Informatikbezug* aufweisen.

¹⁸ Im Original führt HUBWIESER Informationen statt Daten an; gemäß des in 2.1 dargestellten Ansatzes wird hier kongruent formuliert.

lich auswertbar: Arbeitsmarkt und wirtschaftliche Bedeutung eignen sich nicht als diskussionsfähige Kriterien im bildungstheoretischen Kontext; das Argument der »Allgegenwart« wird unzureichend ausgeführt (vgl. Hubwieser 2007, S. 58 f.). Mit dem Beispiel von Fehlermeldungen im Web-Browser wird HUBWIESER deutlich konkreter: »Ohne grundlegende Kenntnisse über informatische Inhalte der Arbeit mit Netzwerken können diese auch nicht in allen Alltagssituationen effektiv genutzt werden« (nach Friedrich und Neupert 1997 ebd., S. 62). Interessant für die vorliegende Forschungsarbeit ist das Argument der »Informationsflut«, da sich in ihr menschliche Kommunikation, Informatiksysteme, Algorithmen, Daten, Wissen und über allem Information (vgl. 2.1) als wesentliche Fachgegenstände der Informatik wie zugleich als unbestreitbare Ausprägungen der Wirklichkeit zeigen. Die Idee, »Information« für eine bildungstheoretische Auseinandersetzung mit Informatik näher in den Blick zu nehmen, wie 2.1 bereits nahegelegt hat, scheint also aus der Sicht bestehender informatikdidaktischer Argumentation heraus möglich und sinnvoll und sollte an anderer Stelle in der informatikdidaktischen Forschung aufgegriffen werden.

In der Abgrenzung zur Medienpädagogik, die von außen immer an Informatik herangebracht wird, beruft sich HUBWIESER auf Ute und Wilfried BRAUER: »Die Behandlung des Computers als *bedienerfreundliches Werkzeug* (>user friendly black-box-tool<) zum ›Entdeckenden Lernen‹ oder als intelligentes Tutorsystem ohne Behandlung seiner grundlegenden Funktionsprinzipien führt ihrer [Brauers und Brauers] Meinung nach zur Bildung eines *mental Modells*, das dem einer *ultimativen Autorität* entspricht. Die Menschen sind den Systemen auf Gedeih und Verderb ausgeliefert und werden abhängig von einer kleinen Gruppe von Spezialisten, die solche Systeme konstruieren kann« (ebd., S. 60). Hier wird der Gedanke einer aktiv *gestaltenden* Wissenschaft aufgenommen, die in den ihr zugeordneten Bildungsprozessen ihr *Gestaltungspotential* thematisieren sollte und vor allem die Lernenden *selbst gestalten* lassen sollte.

Der Zugang zu und die ungehinderte Verfügbarkeit von Wissensbeständen mag den Eindruck erwecken, dass die Hinterfragung nicht mehr notwendig ist: »Wissensmengen via Multimedia könnten Menschen zum Glauben verführen, dass sie keine tiefergreifende Ausbildung mehr benötigen, da alles Wissen so leicht zugänglich ist. Dadurch sind sie Manipulationen schutzlos ausgeliefert« (ebd., S. 61). Informatiksysteme und die ihnen zugrundeliegenden Modellierungen wurden und werden in unserer Lebenswelt etabliert; ohne ihre Thematisierung in Bildungskontexten (inklusive der Lehrkräftebildung) führt diese Situation – wie dargestellt – zu einem Ausgeliefertsein. Daher sind bestehende Bildungsangebote durch in dieser Hinsicht Mündigkeit schaffende *informatische* Bildungsprozesse anzureichern. Medienbildung gestaltet hingegen mit den schon fertig modellierten, informatischen Erzeugnissen; die Informatik und ihre Didaktik können erreichen, dass diese Erzeugnisse im Vorfeld jeden medienpädagogischen oder -wissenschaftlichen Tuns geschaffen oder rudimentär modifiziert werden können. Diesem Gedanken des »medienpädagogischen Vorfeldes« sollte gerade in der Lehrkräftebildung Rechnung getragen werden; daher wird in 2.3.2 eine Kohärenzbetrachtung von Medienpädagogik und Informatik vorgenommen, die die Errungenschaften dieses Kapitel unter dieser speziellen Perspektive der Lehrkräfte weiterentwickelt.

HUBWIESER empfiehlt als Ausgang aus o. g. Situationen, Informatiksysteme »als *reine Konstruktion von Menschenhand* (>informatical machine<) zu behandeln, die nach den Ge-

setzen der Physik unter Benutzung von mathematischen und informatischen Methoden als Werkzeug zur Steigerung der Effizienz menschlicher Tätigkeiten, zur Behandlung komplexer Informationen und zur Befreiung von ermüdenden, oft zu wiederholenden Handlungsabläufen geschaffen wurde.« (ebd., S. 61). Dies ist ein wichtiges Moment informatischer Bildung und deckt sich mit dem in 2.1.2 entwickelten Bild von Informatik als Humanwissenschaft.

»Um Rechner zu verstehen, müssten wir also wissen, was Information ist« (Siefkes und Rolf 1992, S. 14). Dies zeigt dringenden »Gesprächsbedarf« mit anderen Wissenschaftsdisziplinen über die Grundlagen der Wissenschaft Informatik gerade zu diesen elementaren Begriffen »Daten – Wissen – Information«, die unverkennbar eine enorme Tragweite für Lehrkräftebildung im Allgemeinen, aber auch für jedes Fach im Einzelnen haben dürften.

2.2.3. Allgemeinbildungsbegriff in der Tradition von Klafki

Der Allgemeinbildungsbegriff von KLAFKI kann als Erweiterung seines Konzeptes der kategorialen Bildung eingeordnet werden (vgl. Heudorfer u. a. 2020, S. 176). Der aus der Aufklärung hervorgegangene klassische Bildungsbegriff fokussiert die Entwicklung selbstbestimmten Handelns und geschieht in Aneignungs- und Auseinandersetzungsprozessen mit Inhalten (vgl. Klafki 2007, S. 19, 21); Bildung habe jedoch alle Grunddimensionen menschlicher Interessen und Fähigkeiten zu durchdringen. Infolgedessen adaptiert und erweitert KLAFKI die klassischen Dimensionen Kognition, Moral und Ästhetik um den lust- und verantwortungsvollen Umgang mit dem eigenen Leib, mit handwerklich-technischer und hauswirtschaftlicher Produktivität sowie dem Aufbau zwischenmenschlicher Beziehungen. All diese sechs Dimensionen könnten für informatische Bildung eingelöst werden; z. B. durch folgende Zuschreibungen:

Kognitiv Die lernende Person entwickelt ein informatisches Modell zu einer Problembeschreibung.

Moralisch Die lernende Person trifft eine informatisch fundierte Entscheidung, ob ein Algorithmus, so wie er modelliert wurde, zur Ausführung gebracht werden *sollte*.

Ästhetisch KNUTH bezeichnet sein Grundlagenwerk zur Informatik als »The Art of Computer Programming« (vgl. Donald Ervin Knuth 1973, Hervorhebung durch den Verfasser dieser Arbeit).

Eigener Leib Die lernende Person reflektiert das Verhältnis »Mensch – Maschine« für die eigene Lebenswelt.

Produktiv Das *eigentliche* Programmieren, das Übersetzen eines informatischen Modells in eine Programmiersprache, – als Teil der Modellierung – könnte als handwerkliche Tätigkeit aufgefasst werden.

Zwischenmenschlich Informatik und die von ihr erzeugten oder beeinflussten Artefakte erweitern durch Erhöhung kommunikativer Reichweiten die Möglichkeit, zwischenmenschliche Beziehungen aufzubauen oder aufrecht zu erhalten.

Kritisch am klassischen Bildungsbegriff sieht KLAFKI, dass die Existenz sozialer Ungleichheit nicht hinreichend berücksichtigt wurde. Daher fügt er seinem Allgemeinbildungskonzept neben den aufgeführten Dimensionen zwei weitere zentrale Bedeutungsmomente hinzu: zum einen – in Antwort auf die Kritik am klassischen Bildungsbegriff – das Postulat einer »Bildung für alle«, worin sich KLAFKIs Demokratiebestrebungen widerspiegeln; zum anderen habe die Bildung im Medium des Allgemeinen zu geschehen. Dazu identifiziert KLAFKI sieben epochaltypische Schlüsselprobleme. Unter anderem adressiert er dabei »Gefahren und die Möglichkeiten der neuen technischen Steuerungs-, Informations- und Kommunikationsmedien« (vgl. Klafki 2019, S. 105 f.) als ein solches Schlüsselproblem. Allerdings führt er anschließend – gewissermaßen bewahrpädagogisch – eher Gefahren, denn Möglichkeiten auf, fokussiert dann aber stark auf die Reflexion von Medien bzw. informatischen Erzeugnissen, wie Informatiksystemen (vgl. Klafki 2007, S. 52 ff.). Dieser Fokus lässt sich gelungen mit den Zielen der Informatik und ihrer Didaktik vereinen, wenn man etwa das Interpretieren und Validieren im informatischen Modellierungskreis (vgl. Abb. 1.1) betrachtet. KLAFKIs Plädoyer, praktische Tätigkeiten in die Allgemeinbildung zu integrieren (vgl. ebd., S. 39), harmonisiert insofern mit Ansprüchen informatischer Bildung, als dass die Informatik mit der Methode der informatischen Modellierung gestaltende Wirkung entfaltet. Dass die Entwicklung von Kompetenzen in KLAFKIs Allgemeinbildung stets an diesen Bedeutungsmomenten orientiert sein muss, hat die Kritik sogenannter Sekundärtugenden zur Folge, die lediglich der Einübung eines Werkzeuggebrauches dienen (vgl. ebd., S. 74 f.): Neben u. a. Lesen, Schreiben und Rechnen führt KLAFKI Informationstechniken in seiner Aufzählung auf; HEUDORFER ergänzt im Rahmen ihrer hochschuldidaktischen KLAFKI-Rezeption Recherche-, Informationsverarbeitungs- und Präsentationsfertigkeiten oder Kenntnisse bestimmter Computerprogramme (vgl. Heudorfer u. a. 2020, S. 181). Derlei werkzeugbezogene Fertigkeiten stellen auch aus Sicht der Informatikdidaktik keine zentralen Anliegen in informatischen Bildungsprozessen dar, sondern beziehen sich auf »unreflektierte« Nutzung von Informatikmitteln. KLAFKIs Idee von begründbaren Zusammenhängen, Humanität und Demokratie werden dabei über HEYMANN in die Informatikdidaktik weitergetragen und dort gefestigt. HUMBERT (2006) folgt in seiner Didaktik der Informatik KLAFKIs Linie und verweist auf traditionelle Studien zur Allgemeinbildung der Informatik *innerhalb* der Informatik: BALZERT (1977), CLAUS (1977) und MENZEL (1984) (vgl. Humbert 2003, S. 5). Das von ihm ausgearbeitete Modulkonzept wird in Kapitel 5 herangezogen, da es – wie die Kriterien für fundamentale Ideen (vgl. Schwill 1993) – Unterrichtsthemen, -sequenzierungen und -gegenstände in einen wissenschaftlichen Zusammenhang bringt und fachdidaktisch einordnet; für die Legitimation informatischer Bildung selbst lässt sich im Umkehrschluss aus den Modulkategorien »Informatiksysteme verantwortlich nutzen«, »Elemente der theoretischen Informatik« und »Informatische Modellierung« ein Eindruck gewinnen, welche Momente HUMBERT als prägend ansieht in informatischen Bildungskontexten. Mit der Fokussierung auf theoretische Informatik und informatische Modellierung findet sich in diesem Ansatz ein Anschluss an folgende Aussage von HOPPE: »Informatik repräsentiert und ›transportiert‹ mehr als jedes andere Fach [...] das *historisch und kulturell bedeutsame Bemühen um die Automatisierung geistiger Tätigkeiten*« (Hoppe und Luther 1996, S. 8, Hervorhebungen aus dem Original übernommen); darin sieht HUBWIESER einen Beleg dafür, dass Möglichkeiten und *Grenzen* bedeutsam für das Selbstverständnis des modernen Menschen seien (vgl. Hubwieser 2007, S. 62). In diesem

Zusammenhang sei auch an die bereits entwickelte Bedeutung von Selbstreferentialität erinnert (vgl. 2.1.1).

2.3. Informatische Bildungsmomente im Handeln von Lehrkräften

Einschlägige Gremien verweisen auf die Bedeutsamkeit zum Ausbau bzw. zur Aufrichtung eines verpflichtenden Informatikangebotes in allgemeinbildenden Schulen sowie in der Lehrkräftebildung (vgl. Wissenschaftsrat 2020; Hochschulrektorenkonferenz 2022; SWK 2022)¹⁹. Aus der Informatikdidaktik heraus lässt sich diese Forderung (zumindest implizit) schon frühzeitig erkennen (vgl. Bauersfeld, Otte und Steiner 1977; Wanke und Gorny 1984); in 2.2.1 wurde auf die österreichische Hochschulreform 1989 hingewiesen, die Informatik als vierte Kulturtechnik für alle Lehrkräfte auf den Weg bringen sollte. Seit den »Empfehlungen für ein Gesamtkonzept zur informatischen Bildung an allgemeinbildenden Schulen« (Gesellschaft für Informatik e. V. 2000) existiert in Deutschland eine offizielle, begründete Stellungnahme der GI: »Für Lehramtsstudierende aller Fächer sollte in der ersten Phase ihrer Ausbildung eine »Einführung in die Informatik für Lehrerinnen und Lehrer« als informatische Grundbildung [...] verpflichtend sein [...]. In den Fachdidaktiken und in der zweiten Phase der Lehrerausbildung ist diese zu vertiefen«. Einen Überblick zur informatischen Bildung von Lehramtsstudierenden aller Fächer in Deutschland bieten SEEGERER und ROMEIKE (2018) sowie BARKMIN u. a. (2020). Das überfachliche Lehrangebot reicht von stark fachwissenschaftlich orientierter Lehre (z. B. Frommer, Humbert und Müller 2012) bis hin zu fachdidaktisch gestalteten Formaten (z. B. Losch und Humbert 2019; Seegerer, Michaeli und Romeike 2021). Letztere orientieren sich an informatischer Modellierung (vgl. Thomas 2002), lebensweltlichen Phänomenen (vgl. Humbert und Puhlmann 2004) und didaktischer Rekonstruktion (vgl. Diethelm u. a. 2011) als mögliche Zugänge zur Gestaltung von Lehrangeboten. Den Empfehlungen des GI-Arbeitskreises »Lehrkräftebildung« (vgl. Gesellschaft für Informatik e. V. 2023) liegt die Idee zugrunde, informatische Kompetenzen für alle Lehrkräfte über professionsbezogene Handlungsfelder – z. B. Unterrichten und Erziehen – zu erschließen. Der Arbeitskreis stellt heraus, inwieweit die Profession des Lehramtes und die damit verbundenen Aufgaben von Informatik durchdrungen werden und welcher Kompetenzen es im fach- bzw. studiengangübergreifenden Lehramtsstudium bedarf. Für die Umsetzung werden einige »gute Beispiele« referiert, eine theoretische, konzeptionelle Fundierung sowie die systematische Entwicklung sich daraus ergebender Zugänge zur Lehrkräftebildung für die Umsetzung fehlen bislang allerdings (vgl. Gesellschaft für Informatik e. V. 2021). BARKMIN et al. kommen nach Auswertung verschiedener fachbezogener Ansätze zur informatischen Bildung für Lehrkräfte zu dem Schluss, dass auch »bestehende medienpädagogische Konzepte an Hochschulen untersucht und hinsichtlich des Stellenwerts informatischer Bildung analysiert und neu bewertet werden [sollten]« (Barkmin u. a. 2020, S. 115). Daran anschließend wird in diesem Kapitel die Medienpädagogik als aussichtsreicher Anschlusspunkt für die Ausgestaltung informatischer Kompetenzen im Lehramtsstudium vorgeschlagen. Sie hat bereits ihren Weg in die bil-

¹⁹ Der hier beginnende Abschnitt wurde teilweise vorab veröffentlicht (vgl. Losch und Herzig 2023).

derungswissenschaftlichen Teile des Lehramtsstudiums (ebenso wie in die Fachdidaktiken) gefunden. Dies hängt damit zusammen, dass die Medien in den professionellen Handlungsfeldern (vgl. Deutscher Bildungsrat 1972) von Lehrkräften (insbesondere im Unterrichten und Erziehen) seit jeher eine zentrale Rolle einnehmen (vgl. Tulodziecki, Herzig und Grafe 2021, S. 87 ff.). Medien werden von Lehrkräften als Instrumente und Gegenstand von Unterricht als konstitutiv wahrgenommen, weshalb eine Auseinandersetzung damit ihrem professionellen Verständnis entspricht. Aufgrund ihrer »Unauffälligkeit und Unaufdringlichkeit« (Schelhowe 1997, S. 64) treten informatische Aspekte, die einer Akzeptanz ggf. entgegenstehen würden, dabei nicht in den Vordergrund. Gerade bei digitalen (Unterrichts-)Medien²⁰ ist aber ein solcher Verzicht auf die Auseinandersetzung mit informatischen Grundlagen aus einem professionellen Habitus heraus nicht mehr begründbar, will man den unterrichtlichen Einsatz digitaler Medien nicht auf einfache Anwendungsfähigkeiten oder rein normative Handlungsempfehlungen reduzieren. Daher soll im Folgenden ebenfalls diskutiert werden, wie die Medienpädagogik mit ihren beiden Teildisziplinen der Mediendidaktik und der Medienerziehung bzw. -bildung als Ausgangspunkt genutzt werden kann, informatische Bildung für alle Lehramtsstudierenden zu motivieren und zu entwickeln. Der mediendidaktische Zugang ist dabei insbesondere mit dem Handlungsfeld des Unterrichtens verknüpft, der medienerzieherische Zugang mit demjenigen des Erziehens. Zuerst wird eine informatische Fundierung der Medienpädagogik theoretisch-konzeptionell wie auch bildungspolitisch begründet (vgl. 2.3.2). Anschließend werden die entwickelten Perspektiven (Mediendidaktik und Medienerziehung) an je einem Beispiel verdeutlicht, das anschlussfähig für die Gestaltung von Lehrangeboten ist (vgl. 2.3.3).

Eingangs wird in diesem Abschnitt zwischen einer deduktiven und einer induktiven Vorgehensweise bei der Kohärenzbetrachtung von informatischer Bildung und Lehrkräftebildung abgewogen. Es zeigen sich die Handlungsfelder der Lehrkräftebildung als Ausgangspunkt induktiver Art für die weiteren Entwicklungen in dieser Arbeit. Um diesen Ausgangspunkt konkreter aufzuschließen, werden informatische Bildung und Medienbildung hinsichtlich ihrer Kohärenz untersucht. Eine kulturtechnische Betrachtung der Informatik schließt sich hieran an, um zu überprüfen, ob die Art der Wirksamkeit informatischer Modellierung sich auch auf die elementaren Kulturtechniken Lesen, Schreiben und Rechnen, die im Handlungsfeld Schule eine zentrale Rolle spielen, übertragen lässt. Letztlich schafft der Exkurs zum »Operationsraum Schrift« (anhand von Krämer 2005) eine Brücke zwischen Kulturtechnik (vgl. 2.3.4) und informatischer Bildung durch die Herausarbeitung der operativen Merkmale von Schrift.

2.3.1. Zugänge zur informatischen Bildung für alle Lehrkräfte

»Mit Bezug auf die Hochschuldidaktik drängt sich die Frage auf, inwieweit [...] [die beiden Bildungsmomente – Bildungszugang und Schlüsselprobleme nach KLAFKI] im Hochschulkontext überhaupt angewandt werden können« (Heudorfer u. a. 2020, S. 177), denn strenge Selektionsprozesse sind im Hochschulwesen weit verbreitet. Die Veranke-

²⁰ *Digitale Medien* werden hier verstanden im Sinne von HERZIG: »Digitale, d. h. computerbasierte, Medien weisen das Alleinstellungsmerkmal auf, Zeichen prozessieren und verarbeiten zu können – sie beruhen auf Rechenmaschinen« (Herzig 2020, S. 104 f.).

nung von Studiengängen in separaten Wissenschaftsdisziplinen schafft zudem eine Fragmentierung, die der interdisziplinären Zusammenarbeit, die aufgrund der Herausforderungen durch Schlüsselprobleme aber sinnvoll wäre, im Wege steht (vgl. Gräf u. a. 2024). Überwindungen von fachlichen Grenzen würden als zu komplex angesehen. Gerade für die Lehrkräftebildung scheint diese Art der Fragmentierung nochmal eine besondere Herausforderung darzustellen. In Antwort darauf werden Studiengänge um Problemfelder herum etabliert – etwa Umweltwissenschaften oder eben Bildungswissenschaften. Für das von KLAFKI o. g. Schlüsselproblem »Gefahren und die Möglichkeiten der neuen technischen Steuerungs-, Informations- und Kommunikationsmedien« (Klafki 2019, S. 105 f.), bei dem Informatik, aber gewiss ebenso Medienbildung, eine Rolle spielen sind wissenschaftlich fundierte Angänge im Bereich informatischer Hochschuldidaktik eher rar gesät. Dass eine Gestaltung von Elementen informatischer Bildung für Lehrkräfte von Bedeutung und grundsätzlich möglich ist, hat die informatikdidaktische Forschung schon anhand verschiedener Beispiele belegen können (vgl. u. a. Wanke und Gorny 1984; Diepold 2000; Barkmin u. a. 2020). SEEGERER hat für die Lehrkräftebildung Module zu »Kompetenzen für das Unterrichten in der digitalen Welt« in einem Seminar zusammengefasst; er gestaltet die Module nach den Prinzipien Scaffolding, Kontextualisierung, Anwendung des didaktischen Doppeldeckers, niederschwellige Zugänge sowie Förderung von Kommunikation und Kooperation (vgl. Seegerer 2021, S. 107 ff.).

Deduktiver Ansatz: Normative Modelle

LACHNER, SCHEITER und STÜRMER beziehen sich auf das sogenannte TPACK-Modell (vgl. Abb. 2.4), das folgende Wissensdimensionen konstruktiv zusammenzuführen sucht:

- technological knowledge (T),
- content knowledge (CK),
- pedagogical content knowledge (PCK),
- pedagogical knowlegde (PK)

Das Modell ist aus der Betrachtung des Professionswissens von Lehrkräften nach SHULMAN hervorgegangen, in dem die prominente Dreiteilung in Fachwissen, Fachdidaktik, Pädagogik begründet wird (vgl. Shulman 1987). DÖBELI-HONEGGGER sieht im Zusammenhang mit Medien und informatischen Phänomenen im Handlungsfeld Schule statt des Technology die Digitalisierung als dritte Wissensdimension, die er – wie auch die anderen beiden Dimensionen – im Unterschied zum TPACK-Modell als *Kompetenzdimension* ausweist. Er identifiziert in seinem sogenannten DPACK-Modell (vgl. Abb. 2.5) neben der Fachdidaktik (pedagogical content knowlegde) drei weitere Schnittmengen:

- die digitale pädagogische Kompetenz, die er der Mediendidaktik zuordnet
- die digitale Inhaltskompetenz, in deren Rahmen die Lehrkraft ihre jeweiligen Fachdidaktiken (Wissenschaft, Beruf, Fach) durchdringt
- die digitale pädagogische Inhaltskompetenz (im Zentrum)

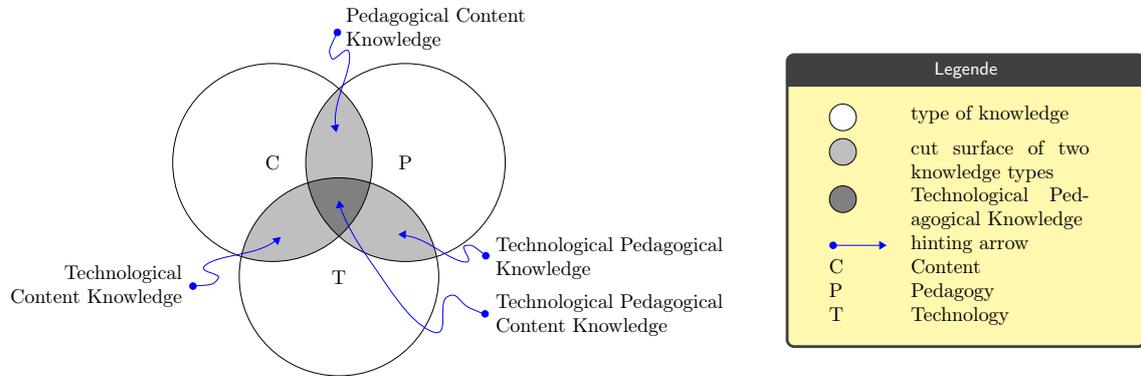


Abbildung 2.4.: TPACK-Modell (nach Mishra und Koehler 2006, S. 1025)

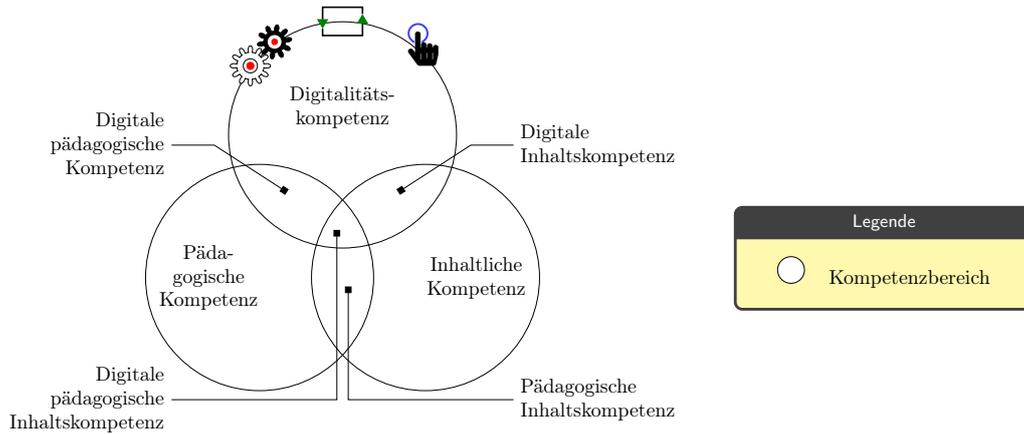


Abbildung 2.5.: DPAK-Modell (nach Döbeli Honegger 2021, S. 417)

Eine Übersetzung dieses »Modells zur Digitalisierung« der Lehrkräftebildung hin zur Informatisierung ist auf den ersten Blick nicht unmittelbar ersichtlich, sodass ggf. weitere Sichtweisen der Medienpädagogik hinzugewonnen werden müssen (vgl. 2.3.2).

Der Nutzen der hier aufgeführten, normativen Modelle besteht darin, dass die Beteiligten (Disziplinen) transparent dargestellt werden und eine solche Veranschaulichungen die Diskussion unterstützt – z. B. wenn es um die Verortung bestehender, lehrpraktischer Tätigkeiten zu Bereichen oder Schnittstellen geht. Folgen für eine konkrete Gestaltung der Lehre können jedoch nicht abgeleitet werden. Zudem verbleiben »Technik« und »Digitalisierung« auf der Anwendungsebene und entbehren einer wissenschaftlichen Grundlage bzw. einer eindeutigen Bezugswissenschaft. Bei genauem Hinschauen ließe sich schließlich noch die graphische Darstellung der Modelle – etwa bezüglich Anordnung, Flächeninhalten und graphischer Begrenzungen – hinterfragen, da diese zumindest implizit einen Übertrag auf den Gegenstand leistet (z. B.: Pädagogik als eindeutig abgrenzbare Disziplin). Hierbei darf jedoch nicht vergessen werden, dass das Ziel der Visualisierung dieser normativen Modelle das einer vereinfachten Kommunikation ist.

Die Schnittstelle »Informatik/Technik/Digitalisierung – Fachwissenschaft« wird als Aufgabe der jeweiligen Fachdidaktik betrachtet, welche die Informatikdidaktik nicht alleine leisten *kann*, da ihr die Expertise in der fremden Fachwissenschaft fehlt²¹. Die Schnittstelle »Informatik/Technik/Digitalisierung – Pädagogik« hingegen *sollte* nicht alleine von der Informatikdidaktik betrachtet werden: Auch wenn die Informatikdidaktik pädagogische Hintergründe berücksichtigt, ist es sowohl aus Perspektive der Wissenschaftskommunikation wie aus Sicht der Sache selbst angebracht, im Diskurs mit der Pädagogik und den Fachdidaktiken die Beziehungen zum »herangetragenem Dritten« (i. e. Informatik, »Technik«, »Digitalisierung«) zu erörtern. Dies geschieht etwa durch Vorstellung von Konzepten und Ideen und deren Diskussion auf wissenschaftlichen Tagungen und ihnen angegliederten Beiträgen (vgl. Gräf u. a. 2024).

Auch wenn das Verhältnis zur Fachwissenschaft interessant und vielversprechend anmutet, so könnte der Verfasser dieser Arbeit jenes aufgrund seiner Bildungsbiographie z. B. nur für das Fach Latein entwickeln. Tatsächlich konnte dies zumindest exemplarisch tatsächlich auf den Weg gebracht werden in einem interdisziplinären Austausch zur informatischen Literalität in der Klassischen Philologie (vgl. Beyer u. a. 2021); für das Fach Chemie wurde ein ähnlicher Ansatz verfolgt, dem eine intensive interdisziplinäre Diskussion samt Einführung in die jeweils andere Fachkultur vorausging (vgl. Bohrman-Linde u. a. 2022). Eine Systematisierung der interdisziplinären Kommunikation und Forschung hin zu wissenschaftlich verwertbaren Aussagen für die beteiligten Fachdidaktiken (auch die Informatikdidaktik) ist eine weitreichende Aufgabe für die weitere fachdidaktische Forschung.

Deshalb wird der ebenfalls aussichtsreiche, aber im Rahmen dieser Arbeit »greifbarere« Ansatz der Schnittstellen-Betrachtung »Informatik – Pädagogik« gewählt. Statt einer deduktiven Analyse der beteiligten Wissenschaftsdisziplinen kann ein induktiver Ansatz verfolgt werden, der die Lehrkräfte und deren Handeln in den Fokus rückt und *exempla-*

²¹ Ausgangsmöglichkeit wäre alleinig eine »doppelte Fakultas« – z. B. eine Person, die Geschichte und Informatik studiert hat, um deren Beziehungsgefüge zu entwickeln.

risch vorgeht, sodass schließlich konkrete, lehrpraktische Konsequenzen gezogen werden können.

Induktiver Ansatz: Handlungen von Lehrkräften

Wenn man aus der curricularen Perspektive heraus die Frage nach Handlungen von Lehrkräften zu beantworten sucht, gelangt man zu den Aufgaben, die der Bildungsrat 1972 identifiziert und benannt hat: Lehrkräfte lehren, erziehen, beurteilen, beraten und innovieren (vgl. Deutscher Bildungsrat 1972, S. 217). Aus wissenschaftlicher Sicht bestätigen z. B. CRAMER u. a. (2020) diese Aufgabenkonstellation²². Aktuelle curriculare Entwicklungen (z. B. Sekretariat der KMK 2014; MSB-NW 2020) nehmen diese Handlungen von Lehrkräften ebenfalls in den Blick und führen entsprechende Kompetenzen auf. Im Folgenden seien die Handlungen bzw. Aufgaben von Lehrkräften *exemplarisch* veranschaulicht, gestützt durch entsprechende Belege:

Lehren Die Lehrkraft bereitet Unterricht durch die Unterstützung von Informatiksystemen vor, indem sie z. B. längerfristige Unterrichtszusammenhänge konzipiert und dokumentiert oder Material erstellt. SCHOLL und PLÖGER sagen in diesem Sinne aus, dass Lehrkräfte im Rahmen der Fachdidaktik mediale Repräsentationen von Inhalten für ihren Unterricht aufbereiten (vgl. Scholl und Plöger 2020, S. 25). Eine andere Sicht wäre der Einsatz von Informatiksystemen als Medium im Unterricht selbst. Analog hierzu fassen LACHNER, SCHEITER und STÜRMER digitale Medien als didaktische Werkzeuge zur methodischen Erweiterung des Unterrichts und der Anreicherung von Lernangeboten auf (vgl. Lachner, Scheiter und Stürmer 2020, S. 68).

Erziehen Die Lehrkraft hat dafür Sorge zu tragen, dass die Schüler*innen ein nachhaltiges Nutzungsverhalten von Informatiksystemen entwickeln. Dies betrifft u. a. sowohl die nachhaltige Strukturierung von Inhalten, als auch gesundheitliche und umweltliche Aspekte wie etwa Konsum von Informatiksystemen. KIEL und SYRING sehen u. a. in der Medienerziehung und der »digitalen Bildung« eine zukunftssträchtige Relevanz des Themas Erziehung (vgl. Kiel und Syring 2020, S. 34).

Beurteilen Abhängig von der Methode zur Datenerhebung wird zwischen formeller und informeller Diagnostik unterschieden. Die formelle Diagnostik erfordert ein »systematisches, regelgeleitetes [...] Vorgehen« (Buch und Sparfeldt 2020, S. 40). Diese Art von Diagnostik kann durch informatische Kompetenzen gestützt werden. Schließlich existieren im Bereich der Leistungsdiagnose an vielen Stellen automatisierte Feedback-Möglichkeiten. Die Möglichkeiten und Grenzen dieser informatischen Werkzeuge sollten einer Lehrkraft bewusst sein.

Beraten Durch Informatik(systeme) können Beratungsprozesse asynchron und ortsunabhängig realisiert werden. Die Lehrkraft hat die Option, eine höhere bzw. passgenauere Verfügbarkeit zur Beratung der Schüler*innen anzubieten. Diese und andere kommunikative Möglichkeiten sind ein wesentliches Medium der Interaktion von beratender und ratsuchender Person (vgl. Bennewitz und Wegner 2020, S. 47).

²² Der innovative Aufgabenbereich wird durch lebenslanges Lernen repräsentiert.

Innovieren In konkreten Schulentwicklungskontexten kann es nicht zuletzt zu Entscheidungen über den Einsatz bestimmter Informatiksysteme und -mittel kommen.

Diese Aufreihung legt anhand einfacher Beispiele nahe, dass alltägliche Handlungen von Lehrkräften z. T. stark informatisch beeinflusst werden können. LACHNER, SCHEITER und STÜRMER arbeiten insbesondere für die Bereiche »Präsentation und Generierung von Inhalten«, »Adaptive Unterstützung« sowie »Kollaboration und Kontextualisierung« einige potentielle Anknüpfungspunkte für die informatische Bildung von Lehrkräften heraus (vgl. Lachner, Scheiter und Stürmer 2020, S. 69 ff.). Dabei wird offensichtlich, dass stets ein didaktischer Mehrwert bestehen sollte, wenn es um die Integration informatischer Werkzeuge in den Unterricht geht. Zudem ist zu betonen, dass Verbindungen zwischen Handlungen von Lehrkräften und Informatik nicht allein durch Informatiksysteme hergestellt werden. Schulische Organisationsprozesse (stapelweise Abarbeitung von Aufgaben, Entwurf von Stundenplänen, Nachrichtenweiterleitung an Eltern, ...) sind auch ohne den Einsatz von Informatiksystemen informatisch modellierbar. Schließlich können in den Fächern der Lehrkraft konkrete Verbindungslinien gegenständlicher, methodischer oder konzeptueller Art aufgezeigt werden – frei von unmittelbaren Informatiksystembezügen (exemplarisch sei hier auf folgende Erfahrungen des Autors verwiesen: Beyer u. a. 2021; Gökkuş, Kremer und Losch 2024).

2.3.2. Medienpädagogik mit informatischem Fundament

Bei der Betrachtung von Elementen der Informatik wird in der Diskussion um die Lehrkräftebildung typischerweise auf »Medien« referiert²³. Aus informatikdidaktischer Perspektive heraus kann – wie wir in diesem Abschnitt sehen werden – ein Aufschluss informatischer Bildung in »allgemeinen Bildungskontexten« über Medien ebenfalls begründet werden. Dabei wird hier vor allem auf die Medienpädagogik Bezug genommen, da sie einerseits medienwissenschaftliche Gegenstände grundlegend betrachtet und andererseits mediendidaktische Gestaltungsfragen diskutiert, denen in Handlungskontexten von Lehrkräften – wie gesehen – eine wichtige Rolle zukommen kann. Unter der Annahme, dass die Schnittmenge von informatischer Bildung und Medienbildung nicht leer ist, lohnt sich aus informatisch-hochschuldidaktischer Sicht die Betrachtung der Medienbildung in der Lehrkräftebildung insofern, dass die Medienpädagogik mit ihren Konzepten – im Vergleich zur Informatik – bereits von COMENIUS mitgedacht worden ist (vgl. Comenius 1657). Ziel ist herauszuarbeiten, inwieweit informatische Bildung Anregungsmomente für die Auseinandersetzung mit medienpädagogischen Fragestellungen in der Lehrkräftebildung anzubieten vermag.

In der medienpädagogischen Diskussion hat sich mit den digitalen Medien die pädagogische Denkfigur um die Perspektive von Informatiksystemen erweitert. Während analoge Medien wie das Buch sich nach ihrer Erzeugung in Bezug auf Inhalte nicht verändern, bieten Informatiksysteme die Möglichkeit der Veränderung bestehender Inhal-

²³ Häufig wird ohne expliziten Bezug zur Informatik argumentiert; in LACHNER, SCHEITER und STÜRMER werden zahlreiche Informatikkompetenzen implizit adressiert; informatische Gegenstände werden unmittelbar tangiert; der Begriff »Informatik« oder »informatisch« wird nicht bemüht. Hierzu gilt allerdings zu beachten, dass CRAMER u. a. mit BRINDA eine informatikdidaktische Perspektive aufnehmen (vgl. Brinda 2020).

te zur Laufzeit. Informatiksysteme besitzen darüber hinaus die Option, ein anderes Informatiksystem vollständig zu emulieren und ermöglichen durch die Vernetzung von Informatiksystemen eine globale Kommunikation der Menschen untereinander. Das Individuum ist Teil einer von Informatiksystemen durchwobenen Gesellschaft, in der es über diverse Schnittstellen mit algorithmen- und datenbasierten symbolischen Repräsentationen in Verbindung tritt. Zum Entstehen und zur Funktion dieser Informatiksysteme tragen die Gesellschaftsmitglieder direkt oder indirekt bei und werden in ihren Lebenszusammenhängen von den Auswirkungen mittel- oder unmittelbar beeinflusst. Dies bedeutet, dass die informatische Seite dieser medialen Welt notwendigerweise zum Reflexionsgegenstand der Medienpädagogik geworden ist. Der Zusammenhang zwischen Medienbildung und informatischer Bildung kann auf theoretisch-konzeptioneller Ebene und auf bildungspolitischer Ebene reflektiert werden.

Theoretisch-konzeptionelle Aspekte

In theoretischer Hinsicht lassen sich informatische Bildung und Medienbildung z. B. über semiotische Zugänge verbinden. So können analoge und digitale Medien als technische Artefakte zur Registration, Produktion, Transmission und Berechnung von zeichenfähigen Mustern über einen semiotischen Zugang in konsistenter Weise beschrieben werden (vgl. Herzig 2001, S. 139 ff.). Auch informatische Prozesse, z. B. die Softwareentwicklung oder die Mensch-Maschine-Interaktion, sind als Zeichenprozesse rekonstruierbar (vgl. Herzig 2001; Nake 2001). In diesen Zugängen 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. Unabhängig davon, ob es sich dabei schon um eine vollständige oder trennscharfe Liste von Prinzipien handelt, liegt der Wert solcher Konzepte in ihrem Beitrag zur theoretischen Fundierung eines interdisziplinären Bereiches. Informatiksysteme können aus mediendidaktischer Perspektive im Sinne von SCHELHOWE (1997) als instrumentale Medien verstanden werden. Die Instrumentalität ergibt sich aus dem Maschinen- und Werkzeugaspekt eines Informatiksystems. Während der Maschinencharakter (bezogen auf die Turingmaschine) es ermöglicht, Operationen menschlichen Tuns zu automatisieren, betont der Werkzeugcharakter Autonomie und Kontrolle der Nutzer*innen über das Informatiksystem. ZÜLLIGHOVEN²⁴, den SCHELHOWE u. a. anführt, konstatiert im Bezug auf Software:

- Wir konstruieren Software als *Maschine*, um so routinisierte Formen menschlicher Handlungen zu vergegenständlichen.
- Wir hantieren mit Software als *Werkzeug*, um damit umsichtig und selbstverständlich Materialien zu bearbeiten.
- Wir benutzen Software als *Automat*, um ein ausgewähltes, fest eingeplantes Arbeitsergebnis ohne weitere Kontrolle herzustellen.

(Züllighoven 1992, S. 146)

²⁴ Auf ZÜLLIGHOVEN geht der softwaretechnische Werkzeug- und Materialansatz (WAM) zurück.

Der mediale Charakter impliziert schließlich, dass ein möglichst direkter Zugang zu Wissen gefördert und die Kommunikation zwischen Menschen erleichtert werden (vgl. Schelhowe 1997, S. 18). In diesem Verständnis von Informatiksystemen als instrumentale Medien dienen digitale Medien z. B. der unterrichtlichen Gestaltung von verschiedenen Ausdrucksformen, etwa Textdokumenten. Diese Gestaltung von Unterricht fällt in den Aufgabenbereich der Mediendidaktik. Die Erschließung der instrumentalen Perspektive z. B. durch die Auseinandersetzung mit grundlegenden Strukturen von Dokumenten auf der Basis von Datenstrukturen und Algorithmen eröffnet erst eine Ausschöpfung der Potentiale digitaler Medien. Die Nutzer*innen, also die unterrichtsvorbereitenden Lehrkräfte, sollten sich sowohl des informatisch-maschinellen Charakters (»Was läuft wie und warum automatisiert ab?«) als auch des informatischen Werkzeugcharakters (»Wie kann ich das Werkzeug auf meine Bedarfe hin anpassen?«) bewusst sein und unter diesen Leitfragen informatisch anwenden, gestalten und entscheiden (vgl. Puhlmann 2003). Dadurch wird ersichtlich, dass Elemente informatischer Modellierung für die mediendidaktische Unterrichtsgestaltung bedeutsam werden (vgl. Abschn. 2.3.3). In Bezug auf medienerzieherische Aspekte in der Interaktion mit digitalen Medien ist u. a. der technikphilosophische Ansatz von Kroes aufschlussreich, der technische Artefakte als »physical structure with a for-ness [sic!] which is captured by its technical function« (Kroes 2012, S. 4) beschreibt und damit auf die duale Natur von technischen Artefakten rekurriert, d. h. dass die Struktur in engem Zusammenhang zur Funktion steht (vgl. ebd., S. 5). Auf der einen Seite legt die Struktur intendierte Funktionen fest, auf der anderen Seite spielt die Intention des Nutzenden selbst eine wichtige Rolle, »since the function of a technical artefact is closely related to its physical structure [...] and to human intentions« (ebd., S. 6). Dies bedeutet, dass in der Nutzung eines Artefakts nicht immer die Funktion zum Tragen kommt, die im informatischen Modellierungsprozess vorgesehen war. Bei digitalen Medien stellt sich das Problem, dass die – über eine Schnittstelle – nach außen kommunizierte Funktion gegebenenfalls nicht die alleinige Funktion ist, die bei der Nutzung realisiert wird, z. B. wenn im Hintergrund einer Interaktion ohne Wissen der Nutzenden Daten erhoben und ausgewertet werden. Aus (medien-)pädagogischer Perspektive ist dabei insbesondere bedeutsam, dass das digitale Medium hier selbst an der automatisierten Erstellung von Inhalten beteiligt ist, ohne dass die Nutzer*innen dies intendiert haben (vgl. Schelhowe 2007, S. 46 f. sowie Abschn. 2.3.3).

Bildungspolitische Aspekte

Auf einer bildungspolitischen Ebene ist der Zusammenhang zwischen Medienbildung und informatischer Bildung immer wieder thematisiert worden, z. B. in Konzepten zur informationstechnischen Grundbildung (vgl. BLK 1987), in Empfehlungen der GI (vgl. Gesellschaft für Informatik e. V. 1999) und in der KMK-Strategie zur Bildung in der digitalen Welt und ihrer Ergänzung (KMK 2016; KMK 2021). Insbesondere die letztgenannten Bildungsdokumente beziehen sich dabei auf Kompetenzen von Schüler*innen, die im Kontext einer informatisch geprägten Welt als für Bildung und gesellschaftliche Teilhabe erforderlich angesehen werden, bleiben in Bezug auf spezifische informatische Aspekte aber eher allgemein. In der KMK-Strategie werden in einzelnen Teilbereichen informatische Aspekte genannt, z. B. Algorithmen erkennen und formulieren (vgl. KMK 2016,

S. 13). Durch diese Konstruktion ergibt sich das Grundproblem, dass die informatischen Aspekte in einen Teilbereich »delegiert« werden und nicht integrativ gedacht sind. So ist für eine Vielzahl der anderen Kompetenzbereiche die Kenntnis informatischer Grundlagen für eine aktive und selbstbestimmte Teilhabe ebenfalls erforderlich. Die Notwendigkeit der Verbindung von Medienbildung und informatischer Bildung ist bildungspolitisch zwar hinreichend legitimiert, beschränkt sich allerdings in Bezug auf informatische Elemente – außerhalb von Überlegungen zum Unterrichtsfach Informatik – häufig auf generische Aussagen.

2.3.3. Medienpädagogische Zugänge zur informatischen Bildung

Vor dem Hintergrund der bisherigen Überlegungen wird im Folgenden skizziert, wie über die Auseinandersetzung mit mediendidaktischen und medienerzieherischen Fragen im Kontext der Aufgaben des Unterrichtens und Erziehens Zugänge zu einer informatischen Bildung für Lehramtsstudierende aller Fächer geschaffen werden können. Dabei sollte deutlich werden, dass eine kompetente und reflektierte Wahrnehmung dieser professionsspezifischen Aufgaben auch das Verständnis informatischer Konzepte erfordert.

Mediendidaktischer Zugang

Die Mediendidaktik fragt, wie Medienangebote zum Lehren und Lernen zu gestalten sind und wie solche Angebote in Lehr- und Lernprozessen Verwendung finden sollten (vgl. Tulodziecki, Herzig und Grafe 2021, S. 89). Die Gestaltung der Medienangebote ist für den Bereich der digitalen Medien, aber auch zu großen Teilen der analogen Medien (etwa gedruckte Arbeitsmaterialien, die zuvor auf einem Informatiksystem erstellt wurden) – wie oben bereits dargelegt – von informatischen Gegenständen und Prozessen durchdrungen. Im Sinne einer effizienten und nachhaltigen Gestaltung gilt es, die informatischen Grundlagen mit Lernenden zu erarbeiten, um unabhängig von werkzeug- bzw. produktspezifischen Vorgaben Elemente des Unterrichts zu modellieren. Solche Unterrichtselemente können z. B. Textdokumente sein. Die Diversität und Intransparenz von Werkzeugen zur Textverarbeitung – hervorgerufen z. B. durch What-You-See-Is-What-You-Get-Systeme – bietet zahlreiche Anlässe, grundlegende Konzepte der Informatik zu Gunsten einer zielführenden, informatischen Dokumentenmodellierung zu diskutieren. Gerade auch vor dem Hintergrund informatischer Problemlösungsangebote, wie KI-basierten Chat-Systemen, die auf eine eingegebene Frage ganze Textdokumente als Ausgabe produzieren, ist der Anschluss an didaktische Fragestellungen bei der Unterrichtsgestaltung mit informatischen Mitteln bedeutsam. Zu fragen gilt es hier insbesondere nach den Grenzen der informatischen (Dokumenten-)Modellierung. »Es ist davon auszugehen, daß der Prozeß der Standardisierung und Formalisierung von Dokumentenstrukturen nie vollständig gelingen kann, da menschliche Kommunikation, auch in ihrer schriftlichen Form, prinzipiell offen und nicht begrenztbar ist« (Schelhowe 1997, S. 34 f.). Diese Erfahrungen an ausgewählten Beispielen selbst zu erleben, sollte daher elementarer Bestandteil von Lehrangeboten in der Lehrkräftebildung sein. Am Beispiel der informatischen Modellierung von Textdokumenten, mit der sich alle Lehramtsstu-

dierenden sowohl im Studium als auch im späteren Berufsleben immer wieder auseinandersetzen müssen, lässt sich ein mediendidaktischer Zugang ausgestalten. »[W]egen der Verbesserung der medialen Qualitäten der Dokumente ist es [...] erforderlich, Textverarbeitungssysteme als Maschinen und als Werkzeuge zu gestalten. Die Medialität bedeutet aber gerade, daß der instrumentale Charakter, den die Typografie bei der Erstellung hat, beim Lesen unsichtbar wird« (ebd., S. 35). Dieser Herausforderung der Unsichtbarkeit des instrumentalen Charakters, der wie oben ausgeführt zur Entwicklung informatischer Bildung und Medienbildung jedoch unerlässlich ist, kann durch ein Herausarbeiten des Maschinen- und Werkzeugcharakters von Informatiksystemen als Mittel zur Unterrichtsgestaltung begegnet werden. Mögliche Fragen in diesem Kontext wären: Inwieweit lässt das Textverarbeitungssystem maschinelle Aspekte erkennbar werden? Wodurch zeichnet es sich als Werkzeug aus? Durch das Aufwerfen und die Diskussion derartiger Fragen wird den Lehramtsstudierenden eine grundständige bzw. erweiterte Perspektive zur Gestaltung von Informatiksystemen eröffnet, die nicht zuletzt im Lernprozess in eine eigene praktische Implementierungserfahrung münden sollte.

Medienerzieherischer Zugang

Als Beispiel eines medienerzieherischen Zugangs zu informatischen Themen können Empfehlungssysteme fungieren, die in vielen Kontexten des Alltags-, Freizeit- und Berufslebens inzwischen zu einem selbstverständlichen Element der Unterstützung oder Ersetzung menschlicher Entscheidungsfindung geworden sind. Sie operieren auf der Basis von Daten, die von den Nutzenden explizit oder implizit generiert werden. Insbesondere die implizite Erfassung und Verarbeitung von Daten ist den Nutzenden nicht immer bewusst, weil digitale Medien als technische Artefakte ihre Funktionen nicht immer vollständig offenlegen, sondern gegebenenfalls nur die für die instrumentelle Nutzung notwendigen (vgl. Kroes 2012). Damit bleiben Grundlagen und Wege der automatisierten Entscheidungsfindung intransparent. Hinzu kommt, dass die zur Entscheidungsfindung genutzten Algorithmen aufgrund ihrer Komplexität oder ihrer Spezifik als lernende Algorithmen von den Nutzenden nicht (mehr) verstehbar sind. Entscheidungs- und Empfehlungssysteme verarbeiten Nutzungsdaten und generieren daraus Nutzermodelle, die zum einen das typische Verhalten von Personen(-gruppen) abbilden und zum anderen die Grundlage für die Prognose des zukünftigen Verhaltens sind, z. B. in Form der Empfehlung eines spezifischen Produktes. Aus einer medienerzieherischen Perspektive ist in diesem Beispiel das Erkennen und Beurteilen interessengeleiteter Setzung, Verbreitung und Dominanz von Themen in digitalen Umgebungen eine wichtige Zielstellung, ebenso wie das Verstehen und Reflektieren von Geschäftsaktivitäten und Diensten (vgl. KMK 2016, S. 13). Nimmt man diese Zielvorstellungen ernst und verbleibt nicht auf der Ebene von (normativen) Handlungsempfehlungen für Schüler*innen, wäre in diesem Fall die Auseinandersetzung mit der grundsätzlichen Funktionsweise eines algorithmischen Entscheidungs- bzw. Empfehlungssystems erforderlich. Dies beinhaltet explizite und implizite Nutzerdaten, Nutzermodelle (*digital twin*) und Filterprinzipien (insbesondere inhaltsbasiertes und kollaboratives Filtern) (vgl. Herzig, Sarjevski und Hielscher 2022). Handlungsnahe Zugänge lassen sich für Lehrkräfte über Alltagserfahrungen von Schüler*innen in sozialen Medien (»Warum bekomme ich was empfohlen?«) oder über

öffentliche Diskussionen zu *rabbit holes* oder *filter bubbles* herstellen. Anhand von exemplarischen Datensätzen oder auch mit angeforderten DSGVO-Daten aus der eigenen Nutzungshistorie können Nutzungsdaten analysiert und Nutzungsprofile erstellt werden, die deutlich werden lassen, wie Nutzermodelle entstehen und welche impliziten und expliziten Daten für das Empfehlungssystem genutzt werden. Mit Hilfe einfacher Beispiele lassen sich Filterprinzipien selbst erkunden und in ihren Auswirkungen auf Nutzer*innen reflektieren (vgl. Herzig, Sarjevski und Hielscher 2022). Erst der Rückgriff auf die genannten informatischen Konzepte ermöglicht (angehenden) Lehrkräften eine fundierte Umsetzung von Zielen der Medienbildung.

2.3.4. Kulturtechnische Bedeutsamkeit der Informatik

Medien sind nicht nur als Mittler oder Werkzeuge zu verstehen, sondern – wie etwa BAACKE äußert – »die aus Buchstaben und Sprache bezogene Alphabetisierung [wird] abgelöst durch ganz neue Weisen des In-der-Weltseins« (Baacke 1996, S. 31) – ganz im Sinne von MCLUHANS frequent zitiertem »the medium is the message« (vgl. z. B. McLuhan 1964). Diese Aussage reißt ein Problemfeld auf, in das auch die Informatik verwoben ist und an dem deutlich werden dürfte, dass es auf ein ganzheitliches Verständnis von Medien inklusive Informatiksystemen ankommt. »Die Medien in der Massengesellschaft erscheinen [...] nicht mehr als Instrumente der Aufklärung und der Information, sondern einer schwer dirigierbaren Manipulation« (Baacke 1996, S. 30). Hierbei sollte herausgestellt werden, dass allen (und eben nicht nur wenigen) Menschen die Möglichkeit gegeben sein sollte, analysierend und gestaltend tätig werden zu können, um damit einer möglichen Manipulation entgegenzuwirken. Auf diese Weise lassen sich informatikdidaktische Zieldimensionen wiederfinden – etwa in der Förderung der Möglichkeit zur Partizipation an Gestaltungsprozessen²⁵. Daraus erwächst die Frage nach der Teilhabe des Individuums. »Programmindustrien der Werbung, Öffentlichkeitsarbeit der Konzerne, der Verwaltungsapparate, sie alle ›produzieren‹ Öffentlichkeit, die keineswegs mehr von allen Bürgern hergestellt und geteilt wird« (ebd., S. 13). Im Rahmen der Globalisierung »sorgen die Medien dafür, daß die internationale Verflechtung in Form der Verbreitung von immateriellem Kulturgut entschieden verstärkt wird« (ebd., S. 15). STALDER schreibt dem »raumzeitliche[n] Horizont der digitalen Kommunikation [...] eine globale, das heißt ortlose Dauergegenwart« (Stalder 2016, S. 147) zu. Dadurch werden Allgegenwart von Individualisierung, Kommerzialisierung und die Produktion von Differenzen (vgl. ebd., S. 130) befördert. Das Besondere ist nun aber, dass diese diskursiven Handlungsweisen »nicht mehr primär durch Spezialisten in Redaktionen, Museen oder Archiven ausgeführt werden, sondern zur Alltagsanforderung für große Teile der Bevölkerung geworden sind« (ebd., S. 118). Jede Person, die Zugang zu einem Informatiksystem hat, kann publizierend tätig werden; der potentielle Rezipient*innenkreis ist global. Aus Tabelle 2.2 geht hervor, dass die Informatik diese Entwicklung ermöglicht hat. Die Tabelle legt die wesentlichen Meilensteine der Schrift- bzw. Publikationskultur von der Antike über GUTENBERG bis TURING *stark vereinfacht* offen. COY bemerkt, dass »Veränderungen

²⁵ Beispielsweise sollte jede Person in der Lage sein, ein Informatiksystem nach eigenen Vorstellungen und Wünschen durch entsprechende informatische Tätigkeiten anzupassen. In diesem Kontext verweist HERCZEG auf den menschenzentrierten Entwicklungsprozess nach ISO 9241-210 (vgl. Herczeg 2018, S. 190).

Epoche/Person	Innovation	Schriftverkehr	individuelle Betroffenheit
Antike	schriftliche Fixierung mündlicher Tradition	wenige für wenige	Unmündigkeit
Gutenberg	Buchdruck	wenige für alle	Reformation + Aufklärung
Turing	Turingmaschine – theoretisches Modell für jedes Informatiksystem	alle für alle	»Fake-News«

Tabelle 2.2.: Kulturtechnische Innovation in historischer Perspektive (vgl. Losch 2019, S. 20)

des Alltags durch informatische Forschung nur selten Naturstoffe [betreffen], [die] ›Domäne‹ liegt [...] im Geistigen« (vgl. Coy 2008, S. 32). Daher werden im weiteren Verlauf (wie schon in Tabelle 2.2) alleinig kognitive bzw. kommunikative Kulturparadigmen betrachtet – Paradigmen, die etwa den Ackerbau umfassen, bleiben außen vor. Fokussiert wird die Literalität als kulturtechnisches Paradigma. Das Paradigma der Oralität wird in Tabelle 2.2 wie auch im Folgenden nicht weiter herangezogen.

Fragt man nun, ob die Informatik (deswegen) zu einer Kulturtechnik avanciert ist, so sollte zunächst eine mögliche Bestimmung des breit diskutierten Begriffes »Kulturtechnik« vorgenommen werden. Unter Berufung auf BREDEKAMP und KRÄMER gelangt man dazu, dass eine »Kulturtechnik [...] die Leistungen der Intelligenz durch Versinnlichung und exteriorisierende Operationalisierung des Denkens [befördert]« (Bredenkamp und Krämer 2003, S. 18); sie zeichne sich aus

- a) durch operative Verfahren zum Umgang mit Gegenständen und Symbolen,
- b) durch Trennung von »Wissen, wie« und »Wissen, dass«,
- c) als alltägliche Praktiken,
- d) als ästhetische, material-technische Basis wissenschaftlicher Innovation,
- e) als Medieninnovation (Schrift, Bild, Ton, Zahl),
- f) als neue Spielräume,
- g) durch Verortung im Grenzbereich einzelner Fachwissenschaften.

(vgl. ebd., S. 18)

Das Operieren mit formalen Sprachen (a), Algorithmen und Datenstrukturen (b), der Alltagsbezug – wie oben bereits dargestellt – (c) und die Möglichkeit zur Schaffung virtueller Welten (f) legen nahe, Informatik als Kulturtechnik einzuordnen. Dass Informatik als weiteres Kennzeichen einer Kulturtechnik wissenschaftliche Innovation (d) wesentlich befördert, kann z. B. für Simulationen von Experimenten in Naturwissenschaften (vgl. Krämer 2010) oder für typographische Gestaltung bzw. Edition von Texten, Analyse von Textcorpora und Lexika in den Geisteswissenschaften und Sprachen (z. B. in den Digital

Humanities, vgl. Wikipedia 2023) geltend gemacht werden. Allerdings ist eine interdisziplinäre Verortung (g) der Informatik eher als schwierig anzusehen, da sie als eigenständige Wissenschaftsdisziplin feststeht, wenngleich sie, wie in 2.1 hergeleitet, verschiedenen wissenschaftlichen Strömungen unterliegt. Der Aspekt der Medieninnovation ist bislang noch nicht ausgearbeitet; er kann nicht ohne Weiteres durch einschlägige und eindeutige Beispiele erläutert werden. Daher gilt es, im Folgenden eine Analyse der medialen Ausprägungsformen im Grenzbereich zwischen Informatik und Schrift(kultur) vorzunehmen. Bereits in Kapitel 1 wurde der Begriff der informatischen *Literalität* als Zielperspektive der informatikdidaktischen Überlegungen dieser Arbeit angeführt. Die breit kommunizierten Kulturtechniken Lesen, Schreiben und Rechnen gehen allesamt zurück auf Schrift als Medium respektive Werkzeug²⁶. Kulturtechnisch befinden wir uns damit in der Literalität, die einstmals aus der Oralität hervorgegangen ist²⁷. Mittlerweile wird unter dem Begriff der »Digitalität« eine Nachfolge-Kultur für die Literalität diskutiert (vgl. Stalder 2016).

STALDER legt zunächst die Entwicklung des Buchdruckes und dessen Implikationen für die Literalität dar und konstatiert, dass »der Umgang mit Texten [...] sich in kürzester Zeit radikal [änderte]« (ebd., S. 101); hierbei ist unter anderem an eine Standardisierung der Schrift, an Konkurrenz für die Kalligraphie oder an (weitestgehend) verlustfreie Wiederholbarkeit von Zeichen (im Vergleich zum Abschreiben von Texten vor der Zeit des Buchdruckes) zu denken. Schließlich wurde durch diese Mechanisierung der Textproduktion auch die Referenzierbarkeit von Texten und gar einzelnen Textstellen und Wörtern ermöglicht; diese Möglichkeit einer bibliographischen und exakten Erfassung hatte nicht zuletzt Einfluss auf die Wissenschaft (vgl. ebd., S. 101 f.). So gehen in historischer Perspektive gesellschaftliche Entwicklungen wie die Reformation und später die Aufklärung zu großen Teilen auf die Einführung der Typographie zurück.

»Der heutige Alltag unterscheidet sich vor allem wegen unserer ungeheuren Abhängigkeit von Informations- und Kommunikationstechnik vom Alltag in der Mitte des vergangenen Jahrhunderts« (Coy 2008, S. 31). In »Kultur der Digitalität« weist STALDER die vier Paradigmen Oralität, Literalität, Typographie und Digitalität aus, die jeweils prägend für die zeitgenössische Kultur waren bzw. sind. Die Unabhängigkeit der Medien und das Internet als Massenmedium entwickelten sich parallel, doch zunächst unabhängig voneinander; mittlerweile sind sie untrennbar miteinander zu einer kohärente[n] Kultur der Digitalität verwoben (vgl. Stalder 2016, S. 12). Die Digitalität sei geprägt von Referentialität, Algorithmizität und Gemeinschaftlichkeit und schaffe – durch Kombination und Erweiterung der »vormaligen« Paradigmen – neue Möglichkeiten in Arbeitsweisen – eben auch im Handlungsfeld Schule. Informatikelemente kommen dabei in nicht unerheblichem Umfang zur Geltung. Insbesondere die Entwicklung der Turingmaschine als historisches Initiationsmoment der Kultur der Digitalität (vgl. ebd., S. 170 f.) wird eindeutig betont.

Für die Medienpädagogik mag sich die aufgeführte Sequenz kulturtechnischer Paradigmen (Oralität – Literalität – Typographie – Digitalität) als schlüssig herausstellen. Der Fokus bei diesem Aufschluss liegt auf der Interaktion mit dem medialen Endprodukt

²⁶ Die Begriffe sind aber keineswegs äquivalent (vgl. etwa Schelhowe 1997).

²⁷ KEIL bemerkt hierzu: »Die Schrift nimmt dem gesprochenen Wort seine Flüchtigkeit« (Keil-Slawik 1992, S. 6).

Subparadigma	Methode	Werkzeug	Medium
chirographisch	Handschrift	Schreibgriffel	Schriftrolle
typographisch	Buchdruck	Druckerpresse	Buch
informatisch	informatische Modellierung	binäre Ausprägungen Erzeugendes	Turingmaschine

Tabelle 2.4.: Subparadigmen des kulturtechnischen Paradigmas der Literalität

bzw. Erzeugnis (ggf. unter Einsatz informatischer Modellierung entworfen und umgesetzt). Aus informatischer Perspektive – so die zwischenzeitige These – bleibt die Dialektik von Oralität und Literalität, von Lautsprache und Schrift frei vom Einfluss neuer oder weiterentwickelter Werkzeuge und Maschinen. Vielmehr lohnt die Betrachtung von Schnittstellen zur basalen²⁸ Interaktion mit Informatiksystemen, die jedoch nicht zuletzt Auswirkungen auf standardmäßige Anwendungsszenarien (über vermeintlich »andere« Schnittstellen) vorweisen. In Bezug auf SCHELHOWES Begriff des *instrumentalen Mediums* wird ersichtlich: Während der mediale Anteil eines Informatiksystems Digitalität repräsentiert, konstituiert der instrumentale Anteil, sprich Maschinen- und Werkzeugcharakter des Informatiksystems, diese Digitalität und zwar ausschließlich durch Literalität. Wenn man die Arbeitsweise von TURING untersucht, fällt auf: »Turing erschließt eine *kognitive* Dimension [...] sobald er mit Papier und Bleistift, also *schriftlich*, rechnet« (Bredekamp und Krämer 2003, S. 13, Hervorhebung durch den Verfasser dieser Arbeit). Er leistet einen Entwurf zur möglichen Umwandlung vom rein Symbolischen in physikalisch repräsentierte Zeichen als Verknüpfung von Soft- und Hardware. Universelle Turingmaschinen können jede spezielle Turingmaschine imitieren und sind ein *universelles Medium* (vgl. ebd., S. 13), das sich alleinig auf das Kulturparadigma der Literalität stützt. Davon ausgehend gilt es, formale Texte, als Resultate literaler Tätigkeit, letztlich als Maschinen zu betrachten. Die technische Umsetzung zu Informatiksystemen ist ein nachgelagerter, eigener Schritt.

COY plädiert schließlich dafür, Informatik zur eigenständigen Kulturtechnik zu erheben: Es geht um »viel mehr als bloße[n] ›technische[n] Fortschritt«. [...] [Es wird] tief in die ökonomischen, aber auch in die politischen und kulturellen Verhältnisse ein[gegriffen]. Deshalb können wir die Informatik in der Tat als eine Kulturtechnik verstehen, deren Wirkungen den Kulturtechniken des Ackerbaus, aber auch des Rechnens, der Schrift oder des Buchdrucks vergleichbar ist« (Coy 2008, S. 33). Aus Tabelle 2.4 ist ersichtlich, dass informatische Modellierung als kulturtechnisches Subparadigma der Literalität gelten könnte und in dem Sinne dem Plädoyer von COY zuzustimmen wäre. BREDEKAMP und KRÄMER sehen den Gebrauch des Computers als Kulturtechnik (vgl. Bredekamp und Krämer 2003, S. 16). Zieht man obige Überlegungen im unmittelbaren Anschluss an die Definition von Kulturtechnik nach BREDEKAMP und KRÄMER zu Rate, spricht auch dies für Informatik – oder besser: für informatische Modellierung – als Kulturtechnik.

²⁸ Vgl. im Glossar: »basal«.

Dieser Linie wird für diese Forschungsarbeit nach den getätigten Ausführungen gefolgt – allerdings mit diesen klaren Einschränkungen:

1. Informatik ist eine eigenständige Wissenschaftsdisziplin; daher kann sie es von selbst gar nicht »wollen«, dass sie wieder im Grenzbereich ihrer Teildisziplinen und verwandten Disziplinen landet.
2. Informatik betreibt selbst keine Medieninnovation (nach Entwicklung des Mediums der Turingmaschine), aber ermöglicht überhaupt erst bzw. fördert solche Innovationen, da das Werkzeug zur Interaktion mit diesem besonderen und informatisch zentralen Medium von nahezu beliebiger Gestalt sein kann, insofern es nur binäre Ausprägungen generiert, die sich letztlich in eine textuelle Darstellungsform überführen lassen.

In der zweiten Einschränkung wird ersichtlich, dass Informatik die Kulturtechnik so durchdringt, wie die Medien. Letztlich ist die abschließende *Beantwortung* der Frage »Ist Informatik eine Kulturtechnik?« – nicht die Frage selbst²⁹ – als weniger relevant einzustufen, da lediglich zentral ist, dass die informatische Modellierung als zentrale Methode der Informatik die Kultur und die Lebenswelt der Menschen prägt, spätestens seit TURING. Damit kann der Informatik tatsächlich ein Potential unterstellt werden, einen wichtigen Beitrag zur (kulturellen) Bildung zu leisten – eine zentrale Zieldimension der durch die Institution Schule organisierten Bildungsprozesse.

2.3.5. Exkurs: Schrift als Operationsraum

KRÄMER betrachtet Schrift als Operationsraum. Schrift geht über das phonographische Verständnis hinaus, ist also nicht allein Lautsprache. Für Aristoteles entsprach der Gehalt des mündlichen Ausdruckes noch dem schriftlichen Zeichen. Schriften sind auch Sprachen, aber nicht nur Sprachen (vgl. Krämer 2005, S. 24).

Folgende Voraussetzungen sind prägend für ein (*laut-*)*sprachzentriertes* Schriftkonzept:

- Linearität (vor Simultaneität)
- Rezeption/Interpretation (vor Operation)
- Kommunikation (vor Kognition)
- Semantik (vor Syntax)

(vgl. ebd., S. 26)

In den Klammerbemerkungen deuten sich jeweils schon Momente an, die jenseits der phonetischen Verwendung ebenfalls Schlüsselszenen des Schriftsprachgebrauches ausmachen können. Schriften sind diskret, diskursiv und zugleich ikonisch³⁰; die Diskretheit

²⁹ Sie hat schließlich Erkenntnis für die weitere Arbeit hervorgebracht.

³⁰ KRÄMER bezeichnet dies als Schriftbildlichkeit (vgl. Krämer, Cancik-Kirschbaum und Totzke 2012); es ist zu betonen, dass die Erkenntnisdimension der Bildlichkeit nicht nur illustrativ ist, sondern sich als ein Kernelement im Entdeckungs- und Begründungskontext der Wissenschaften erweist; die Versinnlichung bzw. Ästhetisierung unsichtbarer Prozesse und theoretischer Gegenstände befördern wissenschaftliche Entwicklungsprozesse (vgl. Bredekamp und Krämer 2003, S. 14 f.).

ist ein starkes Abgrenzungskriterium zur gesprochenen Sprache. Der wesentliche Unterschied zu Bildern als kontinuierliche Darstellung liegt in der unabdingbaren syntaktischen Verfasstheit der Schrift als Zeichensystem. Dass der Schriftgebrauch nicht allein phonetisch bedingt ist, zeigt sich etwa am kulturunabhängigen, universellen Einsatz von Ziffern in Positionssystemen, die Zahlen konstituieren, die wiederum manipuliert werden können durch entsprechende Operationen. Bei diesen Operationen erfährt die Zwischenräumlichkeit eine tragende Bedeutung: Wir arbeiten auf zweidimensionalen Oberflächen [etwa auf einem Blatt Papier], auf denen simultan Zeichen erzeugt bzw. rezipiert werden können; dieses Phänomen hat in der Lautsprache kein Pendant. Für das genannte Beispiel der Zahlensprache weist die Schrift einen Zeichencharakter auf; zugleich ist sie aber auch Technik, ja sogar Kalkül³¹ (vgl. ebd., S. 28 ff.). »Das, was auf dem Papier steht, ist sowohl die ›Beschreibung‹ wie zugleich auch die Ausführung eines Recheninstruments« (ebd., S. 30). In KRÄMERS Ausführungen werden auch informatische Bezüge von Schriften ersichtlich:

Insofern das Zahlenrechnen sich in eine mechanische Aufeinanderfolge von Zeichenmanipulationen transformiert, kann diese Folge von Zeichenoperationen auch durch eine physikalische Maschine ausgeführt werden. Denn die exteriorisierte algorithmisierte Rechenoperation ist eine Form von »Geistestätigkeit«, die sich von Bewusstseinsprozessen, also vom Mentalen entkoppeln und an eine Maschine delegieren lässt. Die »Turingmaschine«, die zugleich mathematischer Formalismus und eine realisierbare Maschine ist und in dieser ihrer Doppelfunktion das Computerzeitalter eröffnet hat, dokumentiert dies schlagend.

(ebd., S. 30)

Die Turingmaschine als theoretischer Archetyp eines jeden Informatiksystems erlaubt, die veräußerte Operation in *Schriftform* einer Maschine zur Verarbeitung zu übergeben. In diesem operativen Zeichengebrauch der Schrift deutet sich einerseits eine ambige Interaktion bzw. Adressierung (Mensch *und* Maschine) an, die es informatisch und textlinguistisch zu prüfen gilt (vgl. Kapitel 3); andererseits wirft die Ausführung von KRÄMER die Frage auf, inwieweit Darstellungsweisen überhaupt geeignet sind, mit Maschinen Interaktionen zu ermöglichen (vgl. Kapitel 3).

KRÄMER stellt für den operativen Schriftgebrauch eine kleine Typologie zusammen, deren Ausprägungen verschiedene Bezüge zur Informatik aufweisen und dementsprechend in der sich anschließenden Auflistung länger oder kürzer dargestellt werden.

Phonographie KRÄMER kommt zu folgender These »Die Schrift eröffnet überhaupt erst die Unterscheidung von Sprache und Sprechen« (ebd., S. 36).

Epistemisches Schreiben ... meint die Visualisierung und Veräußerung des Kognitiven: »Die Exteriorität der Schrift dient nicht nur der dialogischen ›zerdehnten‹ Verständigung, sondern auch dem monologischen Problemlösen« (ebd., S. 31).

³¹ Im Französischen ist für die Zahl 80 in diesem Zusammenhang interessant zu beobachten, dass sie als »4 mal 20« formuliert wird: *quatre-vingts*. Im Deutschen ist z. B. siebenhundertundeinundachtzig eine Referenz für die Zahl 781 und zugleich Anweisung 700, 1 und 80 zu addieren.

Anagrammatik ... als Umordnung der Buchstaben eines Wortes, sodass sich ein semantisch sinnhafter Inhalt ergibt, z. B. in Form eines Palindroms (vgl. Krämer 2005, S. 48).

Serialisierung ... meint, dass ein Alphabet zum Sortieren und Ordnen eingesetzt wird und dabei den Lettern Ziffern des Dezimalsystems zugeordnet werden (vgl. ebd., S. 50 f.).

Ideographie Es geht darum, Inhaltsaspekte sichtbar zu machen, die nur im Schriftbild, nicht aber beim Sprechen ausgedrückt werden können; das graphische Mittel zeigt seinen eigenen Gehalt an; prominente Beispiele sind etwa:

- Überschriften
- Initialen
- Fußnoten
- Kapitelbildungen
- Schriftgrößen
- Resümees
- Nummerierungen
- Spalten
- Inhaltsverzeichnisse
- Paragraphen
- Randmarginalien
- Schlagwortverzeichnisse

Diese Elemente sind ohne Zweidimensionalität und Simultaneität nicht denkbar (vgl. ebd., S. 36).

Diagrammatik *διάγραμμα* meint die geometrisch-graphische Veranschaulichung mathematischer Sachverhalte, heute: »die geometrisch-topologische Repräsentation von Relationen zwischen Sachverhalten« (ebd., S. 38). Es geht dabei nicht nur um Größenverhältnisse, sondern etwa auch um die Darstellung von Begriffskonstellationen. »Im Diagramm überschreitet die Schrift sich selbst und öffnet sich – durch Einbeziehung zeichnerischer Elemente – dem Bild« (ebd., S. 41). »Mit der Schrift werden topologisch und/oder typographisch orientierte Darstellungen in einem zweidimensionalen Raum möglich, die in der Sequenzialität des Sprechens kein Vorbild haben« (ebd., S. 42). Bei linearen Quelltexten werden wir sehen, dass – obwohl zweidimensional – diese Eigenschaft ebenfalls nicht erfüllt ist. Ein *echtes* Nebeneinander ist für eine ausführende Einheit nicht möglich, wie auch beim (Vor-)Lesen eines Textes. Es kann nur an einer Stelle (vor-)gelesen werden.

Kalkülisierung In den Strukturwissenschaften erfährt die Schrift durch die Befreiung von ihrer Bedeutung für Lautsprachen einen Werkzeugcharakter, der nicht nur die Repräsentation, sondern auch die *Genese* von Zeichen als Zielperspektive bereit hält (vgl. ebd., S. 44). Das einschlägige, grundlegende Element bei derartigen Erzeugungsprozessen ist ein Kalkül; er umfasst ein Alphabet von Grundzeichen sowie Transformationsregeln von Zeichenketten, die aus diesem Alphabet hervorgehen. Für die Informatik ist insbesondere der Kalkül von TURING maßgeblich, der eine Maschine als berechenbare Funktion entwickelt (vgl. Turing 1936): Die *Turingtafel* ist dabei sowohl Schrift bzw. schriftlicher Formalismus als auch die Darstellung des Automatenmodells als Turingmaschine (vgl. Krämer 2005, S. 45). Genau diese Ambiguität wird uns bei Quelltexten später begegnen – logischerweise, da Quelltexte – neben ihrem Anspruch, für Menschen verständlich zu sein – für Informatiksysteme als Turingmaschinen geschrieben werden.

Autooperativität Ein Informatiksystem stellt Zeichen nicht nur dar, sondern modifiziert diese auch (Transformieren, Löschen) und ermöglicht Interpretation – besser: Wir als Menschen interagieren mit dem, was wir eingegeben haben. Beim gewohnten Umgang mit der Schrift (»klassische Literalität«, sc. chirographische oder typographische Literalität, vgl. Tab. 2.4) ist dies nicht möglich (vgl. ebd., S. 45). Das zeigt sich etwa an dem Beispiel, dass beim handschriftlichen Befüllen eines Blatt Papiers Zeichen durchgestrichen, aber nicht komplett gelöscht werden können, sodass wir ein weißes Blatt vor uns haben. Bei Bleistift und Radiergummi wäre dies annähernd nachempfunden; es bedürfte allerdings eines perfekten Radiervorganges, um alle Bleistiftpartikel rückstandslos zu entfernen und das Blatt Papier in seinen weißen Ursprungszustand zurückzusetzen. Beim Einfügen von Zeichen mitten in eine Sequenz von bereits eingegebenen Zeichen wird das Momentum der Autooperativität noch deutlicher, da hier Algorithmen die Zeichenkette (Datenstruktur) neu berechnen, sprich transformieren. Dies wird in einem Algorithmus umgesetzt (vgl. z. B. Abb. 2.6).

Einfügen (a, x, Z)

Position x in Zeichenkette Z markieren
Einfügen von Zeichen a anfordern
Zeichenkette Z wird von Position x bis zum letzten Zeichen von Z in den Zwischenspeicher abgelegt als Zeichenkette U
Zeichen a wird bei Position x eingesetzt
An Position $x+1$ wird U eingefügt

Abbildung 2.6.: Struktogramm für einen exemplarischen Algorithmus zum Einfügen eines Zeichens a in einer existierenden Zeichenkette Z an Position x .

Übertrüge man diesen Prozess auf den »klassischen Schreibprozess«, wäre neben »perfektem Radieren« auch noch ein immens hoher Aufwand von Nöten³².

»Mit der Genese des Computers wird es möglich, Zeichen nicht nur zu bearbeiten, sondern die Zeichen in selbstbewegliche, reaktionsfähige, mithin in »sich verhaltende« Objekte zu verwandeln« (ebd., S. 46). Das Prinzip der »Selbstbewegung« ist dabei als Interaktion der Benutzer*innen mit der symbolischen Welt des Informatiksystems zu deuten. Während die autooperative Schrift also selbst »tätig« ist (im Sinne eines gewissermaßen »agilen Objektes«), weil sie so implementiert wur-

³² Wir Menschen behelfen uns in dem Fall oft mit kleinen Häkchen oder Sternchen, die auf eine Randspalte o. ä. verweisen und damit der Linearität des bestehenden Textes entfliehen. Solche Notationsformen werden auf Informatiksystemen z. T. nachempfunden – etwa: Annotationen in einem Textdokument. Allerdings gilt es, hier bereits darauf hinzuweisen, dass Informatiksysteme »intern« ausschließlich nur mit linearen Textstrukturen arbeiten (vgl. Kapitel 3).

de³³, erfährt die operative Schrift des Kalküls den Charakter eines Werkzeuges (vgl. Krämer 2005, S. 46). Hierin zeigt sich eine wesentliche Differenz zwischen mathematischer und informatischer Modellierung. So gesehen, schafft und verändert autooperative Form Handlungs- und Erfahrungsräume (vgl. Floyd 1997, S. 238). Dies setzt sich schließlich auch im Konzept von Hypertexten³⁴ fort, die insbesondere Sprungmarken bzw. Links auf andere Texte enthalten³⁵.

2.4. Schrift und Darstellung als Ressourcen informatischer Bildungsmomente

CAPURRO folgert aus seiner hermeneutisch-reflektierenden Haltung gegenüber der Informatik für deren Grundlagen: Der »Aufbau des Computers und seine Programmierung [stehen] in einem unlösbaren Zusammenhang mit dem Medium, in dem sie existieren, d. h. mit der Sprache« (Capurro 1990). Dies zeichnet zweifelsohne vor, dass eine vertiefende Auseinandersetzung mit Informatikelementen im Rahmen von Sprache bzw. Medien lohnend sein könnte. Im Nachfolgenden werden daher zunächst »Schrift«, später »Text« aus dem Bereich »Sprache« herausgelöst³⁶. »Die Schrift wird nicht durch ein neu auftretendes Medium – wie zum Beispiel den Computer – abgelöst, sondern wird durch dieses in ihrer Form und Funktion verändert« (Krämer 2005, S. 53). KEIL-SLAWIK bezeichnet Sprache und Schrift als »Medien zur Erzeugung virtueller Realitäten« (Keil-Slawik 1992, S. 6), was bereits deren informatisches Potential vorzeichnet.

»Das Unterrichten wird in höchstem Maß durch das Medium Sprache ermöglicht« (Brunner 1974, S. 13); d. h. nicht nur der Gedankenaustausch, sondern auch der individuelle Nutzen im Sinne von Ordnungsprozessen steht im Blickpunkt. Dazu gereimt sich der dargestellte Operationsraum der Schrift in ausgezeichneter Weise³⁷. COY beantwortet die Frage nach dem exemplarischen Bildungsgehalt der Informatik mit der Fähigkeit, regelhaftes Denken und Handeln in einer Maschine umzusetzen. Die Denkprozesse und die damit verknüpften Handlungen können analysiert, exakt beschrieben und einer Maschine zur Verarbeitung übergeben werden. Die Vernetzung von Informatiksystemen als Beschleuniger der Globalisierung³⁸ Sorge dafür, dass überall Daten – in Form von Texten, Bildern, Videos³⁹ – als neue Qualität weltweiter Kommunikation prägend seien (vgl. Coy 2008, S. 33). Diese von COY adressierte Qualität zeichnet sich offensichtlich durch eine große Diversität an Darstellungsformen bzw. Dokumenten (Texte, Bilder, Videos) aus.

³³ Vielleicht genauer: durch operative Schrift beschrieben wurde.

³⁴ Vgl. zum Hypertextbegriff im Glossar: »Hypertext«.

³⁵ Ausführungen zur Hypertexttheorie erfolgen im Kontext der Feststellung der gegenstandsbezogenen Angemessenheit textueller Darstellungsformen in 7.4.

³⁶ Es bieten sich hier auch andere Schwerpunktsetzungen an, z. B. kann der Zusammenhang von »Denken und Sprechen« (z. B. Vygotskij 1934) und entsprechende kognitive Strategien beim informatischen Modellieren fokussiert werden.

³⁷ Wenngleich Aspekten der Oralität auch Aufmerksamkeit zukommen sollte (wie bereits erläutert: nicht an dieser Stelle).

³⁸ Hier sei erneut an STALDERS Kultur der Digitalität erinnert.

³⁹ GENRICH bemerkt, dass die Informatik es bisher versäumt habe, »dem Begriff der schnell und perfekt kopierbaren Daten den Begriff des einmaligen Datums, des ›Dokuments‹, entgegenzusetzen« (Genrich 1977, S. 11).

Darstellungsformen können als Ausprägung von Sprache in informatischen Bildungsprozessen bezeichnet werden. Sprache gilt in der Informatikdidaktik schon lange als grundlegend für die Informatik – ebenso wie Algorithmen und strukturierte Zerlegung (vgl. Schwill 1993, S. 15 ff.). Für unterrichtliche Kontexte befand CLAUS schon sehr früh *Sprache* als ein »Kerngebiet der Informatik [...], das als Orientierung für das Schulfach Informatik dienen kann« (Claus 1995, S. 41); Informatik ist in der Lage, »mit ihren Darstellungsmitteln Sprache zu beschreiben, ja mehr noch: Sprache zu erzeugen, zu manipulieren und zielgerichtet einzusetzen« (ebd., S. 44). Insgesamt handelt es sich bei Sprache sowie formalen, also künstlichen Sprachen um einen sehr weitläufigen Themenkomplex. Eine mögliche, zielführende Fokussierung bietet der Bereich *Darstellungsform* bzw. *Dokument*.

Aus medialer und informatischer Perspektive können Dokumente (also insbesondere Dateien als informatiksystemische Ausprägung von Dokumenten) unter folgenden drei Sichtweisen betrachtet werden:

Inhalt Die erste und naheliegende Sichtweise für jede*n Autoren*Autorin ist die inhaltliche, bei der es um das Thema bzw. die Gegenstände geht, die durch das Dokument kommuniziert werden sollen.

Struktur Die graphische und logische Dokumentenstruktur legt Gliederungen und Formatierungen fest (vgl. Heckmann und Wilhelm 1996, S. 3 ff.).

Form Diese Sichtweise⁴⁰ ist schließlich als physikalische und visuelle Erscheinungsform zu verstehen, bei der Markierungen auf einer Fläche (Papier, Bildschirm) ersichtlich werden. Dadurch entstehen messbare Eigenschaften (vgl. ebd., S. 2 f.).

Die Relevanz der Darstellung in informatischen Bildungsprozessen findet sich etwa in den Empfehlungen zu den Informatik-Bildungsstandards der GI: »Grundsätzlich sollte am Anfang die Idee der Darstellung stehen, bevor sie eventuell in einem zweiten Schritt mit einem Informatiksystem realisiert wird« (Gesellschaft für Informatik e. V. 2008, S. 55). Der Wechsel der Darstellungsformen ist für jedes Schulfach ein »didaktische[r] Schlüssel zum fachlichen Verstehen und [...] ein Anlass zur fachlichen Kommunikation« (Leisen 2005, S. 10); in informatischen Bildungsprozessen kommt diesem Wechsel darüber hinaus eine fachimmanente Bedeutsamkeit zu, da es sich bei der informatischen Modellierung um eben diesen Darstellungsformwechsel handelt (vgl. Weise (né Reinertz) und Humbert 2013, S. 318). Der Übergang »Modell–Programm« im Modellierungskreislauf (vgl. Humbert 2006, S. 14) kann als *Übersetzungsprozess* aufgefasst werden und leistet den Wandel einer (vornehmlich) diagrammatischen Darstellungsform in eine textuelle. Eine mögliche Kategorisierung wurde in 1.2 graphisch aufgeschlossen, die die *oberflächliche, materielle* Struktur der einzelnen Darstellungsformen betrachtet und hier als *terminologische Orientierungshilfe* dienen möge. Die Einlösung der mit den Empfehlungen für Bildungsstandards der Gesellschaft für Informatik (Gesellschaft für Informatik e. V. 2008) verbundenen Minimalkompetenzen informatischer Bildung können bei Lehramtsstudierenden nicht lückenlos vorausgesetzt werden, da Informatik nicht flächendeckend zum

⁴⁰ Diese Sichtweise wird oftmals »Layout« oder »Form« genannt; erstere Variante stellt einen unschönen und ggf. verschleiern den Anglizismus in die Reihe von Inhalt und Struktur, zweite Variante kann hingegen mit FLOYDS »in Form bringen« als allgemeine informatische Tätigkeit konnotiert werden (vgl. Floyd 2001).

Pflichtbestandteil der allgemeinen Bildung gehört. Dennoch müssen die Lehramtsstudierenden in ihrer späteren Berufspraxis Informatiksysteme und -mittel in verschiedenen Tätigkeitsfelder ihres Berufs einsetzen – wie etwa in Tabelle 2.6 gezeigt – und bedürfen dazu einer fachlichen Grundlage, die ausschließlich durch informatische Bildung bereitgestellt werden kann (vgl. Frommer, Humbert und Müller 2012).

PASTERNAK hat Vorschläge für Anknüpfungspunkte zu *einzelnen Fächer* erarbeitet (vgl. Pasternak 2013, S. 26–46). Wie bereits dargestellt, soll im weiteren Verlauf der Arbeit aber ein »quasi bildungswissenschaftlicher«, d. h. insbesondere fächerübergreifender bzw. gar transdisziplinärer Ansatz entwickelt werden (vgl. Mittelstraß 2005). Die erwähnte Passung der bisherigen Arbeit erlaubt es daher, typische, *fächerübergreifende* Handlungen von Lehrkräften den herausgearbeiteten Operationsformen der Schrift exemplarisch zuzuweisen (vgl. Tab. 2.6).

Operationsform	Handlungen einer Lehrkraft
Ideographie	Strukturieren von Texten bzw. Textdokumenten
Diagrammatik	Auswahl, Erzeugung und Erklärung von diagrammatischen Darstellungen
Kalkülisierung	Beurteilung der Möglichkeiten bzw. Grenzen eines Informatiksystems
Autooperativität	Anwendung und Gestaltung von und Interaktion mit Informatiksystemen

Tabelle 2.6.: Zuordnung: Operationsform der Schrift – typische, fächerübergreifende Handlungen von Lehrkräften

»Die informatische Bildung leistet ihren originären Beitrag zur Medienerziehung, wenn Informatiksysteme sowohl in ihren instrumentalischen als auch in ihren medialen Aspekten zum Gegenstand des Informatikunterrichts werden« (Gesellschaft für Informatik e. V. 1999, S. 6). Dazu sollte jedoch einerseits klar sein, *dass* informatische Gegenstände und Methoden in der Lehrkräftebildung *überhaupt* eine Rolle spielen und – wenn ja – *an welchen Elementen* dies zu zeigen ist. Die obige Kohärenzbetrachtung (vgl. 2.3.2) hat bereits zu Tage gefördert, dass insbesondere mit den Bereichen Verarbeiten von Daten, Interagieren mit einem Informatiksystem und Kommunizieren von Menschen in (Informatiksystem-)Netzen Handlungen von Lehrkräften adressiert werden: Diese Handlungen sind fundamental in der Informatik verankert und in dementsprechend informatikdidaktisch gestalteten Bildungsprozessen aufschließbar.

HERZIG fordert für informatische Bildung einen eigenen Lernort, wohingegen Medienbildung integrativ zu arrangieren sei (vgl. Herzig 2001, S. 107). Die Informatik erhält damit zum einen den Status einer überfachlichen Disziplin, die für alle Lehrkräfte von Bedeutung ist und fachübergreifend gelehrt werden sollte in einer eigenen Lehrveranstaltung; zum anderen ist informatische Bildung derart mit Medienbildung verzahnt, dass bei integrativ aufgerichteten Angeboten der Medienbildung die Informatik stets mitzudenken ist. Da dieser Ansatz zur Folge hat, dass informatische Bildung – im Verbund

mit Medienbildung – in die einzelnen Fachdidaktiken Einzug hält⁴¹, wird die Überlegung bestärkt, im Rahmen dieser Arbeit einen »bildungswissenschaftlichen« Ansatz für die Informatik zu verfolgen. Informatik würde so als bildungswissenschaftlicher Teil der Lehrkräftebildung aufgegriffen, ebenso wie etwa Psychologie und Pädagogik.

Fragt man nun nach den informatischen Gegenständen und Methoden, die in medienpädagogischen Kontexten der Lehrkräftebildung fruchtbar gemacht werden können, so empfehlen sich z. B. Dienste des Internets als Informationsmedien, das Gestalten von Hypermediadokumenten sowie Formen der Interaktion mit Informatiksystemen (vgl. Gesellschaft für Informatik e. V. 1999). Hyperlinks können ein für die anwendende Person nicht berechenbares Verhalten der autooperativen Schriftform initiieren (vgl. Krämer 2005, S. 47), das nicht ohne den Aufschluss einer textuellen Darstellungsform erklärt werden kann. Transparenz tritt nur durch Vorlage des zugrundeliegenden Quelltextes (Inhalt und Struktur) auf, andernfalls verbleibt man zwangsläufig bei der dargestellten Form. Somit kann man schließlich dazu gelangen, im Kontext von Bildungsprozessen und im Handlungsfeld Schule bzw. im Handeln der Lehrkräfte *vorläufig* zweierlei für eine spätere, exemplarische Untersuchung in den Blick zu nehmen: Dokumente als mediale Phänomene und Dokumente als instrumentale Phänomene. Der Fokus auf den Dokumentenbegriff ergibt sich als Schnittmenge von Text bzw. Schrift sowie informatischen Erzeugnissen und unterrichtlicher Praxis. Dies meint, dass Lehrkräfte in ihrem professionellen Handeln durchweg mit diversen Typen von Dokumenten konfrontiert sind und diese in Interaktion mit Informatiksystemen textuell (und andersgeartet) analysieren, gestalten und in Netzstrukturen verteilen. Durch diese Fokussierung ist der Untersuchungsgegenstand für die weitere Arbeit auf einen handhabbaren Umfang eingegrenzt – ganz im Sinne des gewählten, induktiven Vorgehens.

FÄNGMER schließt für das wissenschaftliche Schreiben, das für *alle* Lehrkräfte in der ersten Phasen der Lehrkräftebildung einen höchst relevanten Kontext darstellt (Verfassen von Essays, Protokollen, Seminar- und Abschlussarbeiten), eine informatische Perspektive auf und identifiziert folgende Stationen des wissenschaftlichen Schreibens:

- Planen – den Schreibprozess strukturieren,
- Recherchieren – die Literatur finden und lesen,
- Bibliografieren – die Metadaten erfassen,
- Schreiben – die Inhalte verfassen und strukturieren,
- Kompilieren – das Dokument in Form bringen,
- Überarbeiten – mit Revisionen zum finalen Dokument.

(vgl. Fängmer 2020, S. 35)

⁴¹ HILSCHER expliziert die Herausforderung, dass fachdidaktische und medienpädagogische Rollen »nicht trennscharf« seien (Hischer 2018, S. 15); dies sollte sich für informatische Bildung ebenfalls m. E. anders darstellen, da ein zielführendes Lehrangebot (vermutlich) alleinig von einer Person mit »doppelter Fakultät« (Informatik und entsprechende Fachdisziplin, in der informatische Bildungselemente herausgearbeitet werden) zu leisten ist.

Diese Stationen können letztlich ebenso als professionsbezogene, typische Handlungen von Lehrkräften bei der Arbeit mit und an (Text-)Dokumenten aufgefasst werden.

Konklusion

Phänomene der Digitalität basieren, wie oben gezeigt, auf Literalität. Dies lässt sich daran aufzeigen, dass die Autooperativität der Schrift, aus der insbesondere Hypertexte erwachsen, all solche Phänomene prägt⁴², ihr selbst aber *immer* eine operative Schriftform vorausgehen muss. Daher lautet die vorläufige Vermutung, dass sich die Schriftlichkeit (in Form von Texten und ggf. Nicht-Texten) gleichermaßen als wesentlicher Gegenstand und zentrale Methode informatischer Bildungsprozesse eignet. Zur fachlichen Analyse textueller Darstellungsformen informatischer Modellierung wird daher Kapitel 3 herangezogen; wenn dieser Gegenstand fachlich geklärt ist, gilt es – fußend auf praktischen Erfahrungen im Feld (vgl. Kap. 5, Kap. 6) – zu prüfen, wie er sich aus fachdidaktischer Perspektive in der Lehrkräftebildung *angemessen* entwickeln lässt (vgl. Kap. 7).

⁴² Ein Beispiel hierfür ist die Nutzung »sozialer Netzwerken« zur Kommunikation.

3. Textuelle Darstellungsformen informatischer Modellierung

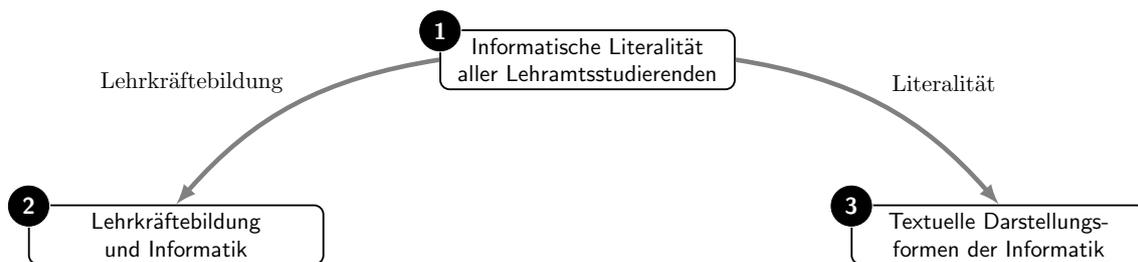


Abbildung 3.1.: Strukturskizze

Die Bedeutsamkeit von Darstellungsformen in der Informatik ist aus informatikdidaktischer Sicht ein bislang spärlich aufgearbeitetes Feld – allein BRINDA (2004) hat bisweilen einen umfänglicheren Fokus in seiner Dissertation auf Darstellungsformen gelegt. Insbesondere die wichtige Darstellungsform und Textsorte »Quelltext« oder auch »Quellcode« (engl. »source code«) ist jedoch eine solche, die in dieser Form fachlich *ausschließlich* der Informatik zuzuordnen ist. Daher stelle ich die These auf, dass Quelltext *informatikgenau* und dennoch für andere Fächer, Anwendungskontexte (etwa die Lehrkräftebildung) und womöglich auch deren Fachdidaktiken relevant ist – nämlich bei der Gestaltung von Bildungsprozessen. In 2.4 konnte gezeigt werden, dass eine informatische Literalität bei Lehramtsstudierenden über die informatische Modellierung von Dokumenten entwickelt werden könnte. Aus informatischer Perspektive gewinnt der Begriff Quelltext hohe Bedeutung bei der informatischen Modellierung von Dokumenten, da Quelltexte die zugrundeliegende fachliche Basis von Dokumenten darstellen, die von Informatiksystemen generiert wurden. Um den zentralen Fachgegenstand in dieser Arbeit, i. e. Quelltext bzw. textuelle Darstellungsformen, zu erläutern, wird eine Sachanalyse durchgeführt, die die konstitutiven Merkmale und die »Beschaffenheit« *textueller* Darstellungsformen offenlegt. Im zweiten Teil dieser Arbeit wird ebendiese theoretische Fundierung bei der konkreten fachdidaktischen Gestaltung informatischer Lehrveranstaltungen und deren empirischer Untersuchung zugrunde gelegt. Daher ist die Zielvorgabe in diesem Kapitel, textuelle Darstellungsformen informatischer Modellierung fachlich aufzuschließen (**Forschungsfrage FF1.2: Was sind textuelle Darstellungsformen der Informatik?**), um sie für informatikdidaktisch gestaltete Kontexte der Lehrkräftebildung (vgl. Kap. 5, Kap. 6) gegenständlich und methodisch heranzuziehen.

Zentral für die Erarbeitung ist zunächst ein konsistentes Verständnis von »Text«. Der Textbegriff ist disziplinabhängig, denn je nach Disziplin werden andere Fragen erörtert (vgl. Sahle 2013, S. 2). Im ersten Abschnitt dieses Kapitels wird je ein Textbegriff aus Text-

linguistik, Informatik und Digital Humanities referiert. Die Textlinguistik setzt sich wissenschaftlich fundiert mit dem Textbegriff auseinander, da sie sowohl Struktur als auch Wirkungsweise von Texten aufgreift. Sie wird als erstes herangezogen, da sie aus dem sprachwissenschaftlichen Milieu stammt, welchem der Begriff »Text« gemeinhin primär zugeordnet werden kann. Schließlich gilt es, die Darstellungsform »Quelltext« aus textlinguistischer Sicht zu analysieren, um zu verifizieren, dass Quelltexte überhaupt als *Text* gelten können (vgl. 3.1.1). Im Anschluss wird ein eigenständiger Textbegriff der Informatik entwickelt (vgl. 3.1.2). Ein Ausblick in die Digital Humanities fördert den für die Informatikdidaktik interessanten Ansatz von SAHLE (vgl. Sahle 2013) zu Tage, der sowohl textlinguistische wie auch informatische Aspekte im Rahmen digitaler *Textedition* berücksichtigt (vgl. 3.1.3). Nach der Klärung des Textbegriffes wird die Entwicklung formaler Darstellungsformen historisch betrachtet (vgl. 3.2); davon ausgehend wird Quelltext als zentrale textuelle Darstellungsform (vgl. Kap. 3) unter dem Blickwinkel der Kriterien nach SCHWILL als fundamentale Idee legitimiert (vgl. 3.3). Gemäß des in 2.1.1 angeführten Datenverarbeitungsprozesses (»Daten–Wissen–Information«) wird schließlich eine Strukturierung eines Quelltextes (als Datenphänomen) vorgenommen:

Syntax Bei einem Quelltext handelt es sich um eine sprachliche Äußerung, die syntaktischen Strukturen formaler Sprachen unterliegt, die von der Informatik entwickelt wurden.

Semantik Ein Quelltext ist semantisch – also in seiner fachlichen Bedeutung als Gesamtkomposition – als Dokument zu verstehen.

Pragmatik Ein Quelltext stellt eine informatische Form der Problemlösung dar und weißt in diesem Sinne pragmatische Merkmale auf (wie etwa die Möglichkeit zur Interpretation der Intention der Verfasser*in des Quelltextes).

Diese Thesen werden in den Abschnitten 3.4.1, 3.4.2 und 3.4.3 theoretisch-argumentativ entwickelt.

3.1. Textbegriffe

3.1.1. Textlinguistik

DE BEAUGRANDE und DRESSLER etablieren sieben Kriterien, die einen Text als Text ausmachen¹. Ein Text ist eine »kommunikative Okkurrenz«, die sieben konstitutive Kriterien von Textualität erfüllt. Wenn diese nicht zutreffen, spricht man von einem »Nicht-Text« (vgl. Beaugrande und Dressler 1981, S. 3). Bei jenen Kriterien unterscheiden die beiden Textlinguisten zwischen *textzentrierten* und *verwenderzentrierten* Eigenschaften: Erste Kategorie wird abgedeckt von *Kohäsion*, die auf die Oberflächenstruktur des Textes fixiert ist, und *Kohärenz*, die sich danach richtet, wie Textbestandteile untereinander textweltlichen Zugang und Relevanz erzeugen. Konkret können der Kohärenz z. B. Konnektoren, wie Konjunktionen oder Pronomina, oder auch Kongruenzen grammatischer Formen nach Kasus, Numerus und Genus zugeordnet werden; die Kohäsion hingegen zeigt

¹ Der hier beginnende Unterabschnitt wurde teilweise vorab veröffentlicht (vgl. Siebrecht 2018b).

sich z. B. in der Oberflächenfolge eines Textes: »Ruhig keine Panik« ist uns verständlich, wohingegen ein Vertauschen der Wortfolge »Panik keine ruhig« zur Undurchsichtigkeit der Textaussage führt.

Um jedoch auch die *Aktivität* der Text-Kommunikation zu berücksichtigen², werden vor allem *Intentionalität* als Einstellung des Textproduzenten und *Akzeptabilität* als Einstellung des Textrezipienten gefordert; die Textsorte, soziale bzw. kulturelle Kontexte sowie die Wünschbarkeit von Zielen stellen hierbei wesentlich verantwortliche Faktoren dar (ebd., S. 8 f.). Nicht zuletzt werden Informativität, Situationalität und Intertextualität als Kriterien aufgeführt (ebd., S. 10, 12 f.):

- Informativität ist das Ausmaß der (Un-)Erwartbarkeit oder (Un-)Bekanntheit der dargebotenen Textelemente.
- Situationalität umfasst Faktoren, die einen Text für eine Kommunikationssituation relevant machen.
- Intertextualität umfasst Faktoren, welche einen Text abhängig von anderen Vorgängertexten macht.

Zentrale Darstellungsform dieser Analyse ist Quelltext. Darüber hinaus sind etwa Dokumentationen von Softwarebibliotheken, Schnittstellenbeschreibungen oder (in der Objektorientierung) Klassenbeschreibungen der textuellen Darstellungsweise zuzuordnen. Semiotisch betrachtet sind diese Texte als *Indizes* aufzufassen, da sie stets auf Primärtexte verweisen, ja sogar von ihnen unmittelbar *abhängig* sind (vgl. Peirce 1983, S. 65). Diese informatischen, textuellen Darstellungsformen werden unter der Textsorte *Metatext* subsumiert. Eine exemplarische Analyse ist in Tabelle 3.2 angelegt.

Hypertext ist eine weitere in der Informatik prominente Textsorte. Hypertext ist ein Text, »der Sprungmarken enthält, die von anderen Texten angesteuert werden können, oder in dem Verweise zu anderen Texten stehen« (Claus und Schwill 2006, S. 290). Der Textcharakter gleicht demjenigen eines Fließtextes ergänzt um die Eigenschaften »Sprungmarken von anderen Texten« und »Verweise auf andere Texte«; dadurch wird zugleich eine nicht-physische Darstellungsebene nahegelegt, wenngleich nicht *per definitionem* vorgeschrieben. I. d. R. geht es aber vor allem um die Ausprägung, die auf Informatiksystemen gespeichert werden kann.

Bei der Textsorte *Quelltext* sind (Quell-)Code oder (Quell-)Programm höchst gebräuchliche Synonyme. CLAUS und SCHWILL führen für »*Quelltext*« kein eigenes Lemma, sondern listen ihn unter »Quellprogramm« auf (vgl. ebd., S. 533). Damit gelangt man zum Terminus »Programm«, welches als »Formulierung eines Algorithmus und der zugehörigen Datenbereiche sowie Darstellung von Prozessen und Objekten in einer Programmiersprache« (ebd., S. 504) definiert wird. Noch deutlicher drückt es HERZIG aus: »[M]it Hilfe formaler (Programmier-)Sprachen wird der Algorithmus in einem endlichen Text codiert« (Herzig 2001). GRAMELSBERGER stellt übereinstimmend fest: »Der Kode eines Computerprogramms besteht aus Kommandozeilen, die in linearer Abfolge einen vielschichtigen und verschachtelten Operationsablauf in einen endlichen Text fassen« (Gramelsberger 2001, S. 74).

² DE BEAUGRANDE und DRESSLER rekurren ihr Verständnis von Sprache auf MALINOWSKI, der Sprache als »mode of action« (Malinowski 1969, S. 296) auffasst.

Kohäsion	Die Gliederung ist in Absätze strukturiert – z. B. nach einzelnen Methoden und Attributen ergänzt um Erläuterungen in Fließtextform.
Kohärenz	Die einzelnen Teile nehmen Bezug aufeinander und stehen in einem Gesamtzusammenhang – z. B. nehmen Methoden gegenseitig Bezug zu einander und gehören alle zu einer bestimmten Klasse.
Intentionalität	Die Autorenschaft liegt bei Lernenden, Lehrenden oder auch Software-Firmen, die eine Klasse dokumentieren wollen, um spätere Einsatzszenarien dieser Klasse einfach handhaben zu können.
Akzeptabilität	Die Texte sind zur Selbstnutzung, meistens jedoch im Sinne einer erleichterten Zugänglichkeit an weitere Personen (z. B. Mitschüler*innen) verfasst.
Informativität	Die Texte bieten einen <i>effizienten</i> Überblick über ein umfangreicheres, bekanntes Referenzdokument.
Situationalität	Im Rahmen einer komplexen informatischen Modellierung ist es hilfreich, Kommunikation über existierende oder geplante Klassen mittels Klassenbeschreibungen zu vereinfachen.
Intertextualität	Die Texte beziehen sich auf einen oder auch mehrere vorausgehende Texte – d. h. eine Projekt-Dokumentation umfasst Klassenbeschreibungen, die Bezug zu mehreren Klassen herstellen können, die parallel als Quelltexte vorliegen.

Tabelle 3.2.: Betrachtung der Textsorte »Metatext« anhand konstitutiver, textlinguistischer Kriterien – Kontext: objektorientierte Modellierung

Während die Textsorte Metatext (Dokumentationen, Kommentare, ...) primär für Menschen entwickelt worden ist, ist die Darstellungsform Maschinencode primär für Informatiksysteme verfasst worden. Die Darstellungsform Hypertext ist sowohl für Menschen als auch für Informatiksysteme gedacht, da wir als Menschen zwar zwei Blatt Papier nebeneinanderlegen und einen Vermerk an den einen Text mit Verweis auf den anderen machen könnten (so wie bei einem Lexikon), doch gestaltet sich durch den autooperativen Charakter der Darstellungsform die Interaktion mit Hypertexten auf Informatiksystemen anders bzw. unmittelbarer (vgl. 2.3.5).

Quelltext ist eine *textuelle* Darstellungsform, wie eine textlinguistische Aufstellung nach den oben dargestellten Kriterien aufzeigt (vgl. Tab. 3.4). Bemerkenswert ist, dass sie *per definitionem* über eine ambivalent Intentionalität verfügt: Sowohl die Kommunikation »Mensch – Mensch« als auch »Mensch – Maschine« ist von wesentlichem Belang. Quelltext für ein Informatiksystem zur Verarbeitung aufzubereiten, ist beim Verfassen ebenso zentral, wie die Möglichkeit zum Austausch über den Text mit Menschen zu schaffen, die an der durch diese Darstellungsform repräsentierten Problemlösung partizipieren. Maßgeblich zu richten hat sich die Formulierung an Maschinen als »niederen Objekten«, welche die pragmatische Ebene in der Kommunikation nie (von sich aus) erreichen kön-

Kohäsion	Der Text ist <i>ein</i> Wort einer formalen Sprache mit symbolischem Alphabet.
Kohärenz	Es werden »lediglich« Ableitungen aus der zugrundeliegenden formalen Sprache mit allen vorgegebenen, logisch einander bedingenden Bezeichnern gebildet. Um neue – sprich: vermeintlich inkohärente – »Wortschöpfungen« zu generieren, ist die einzige Alternative, diese neuen Wortschöpfungen im Text explizit zu definieren (unter Maßgabe der formalsprachlichen Regeln)
Intentionalität	Die Autorenschaft liegt bei der Programmierer*in, der*die den Text in einer (höheren) Programmiersprache <i>sowohl</i> zur Ausführung auf einem Informatiksystem <i>als auch</i> für Mitmenschen gestaltet.
Akzeptabilität	Informatiksysteme akzeptieren oder verwerfen das Wort, also den Text, indem sie ihn in diskreten Schritten übersetzen; sie sind ausschließlich am Merkmal der Kohärenz orientiert. Menschen hingegen nehmen den Text in seiner Ganzheit wahr.
Informativität	Bei der Lektüre des Textes gewinnt man einen Aufschluss darüber, ob durch das vorausgehende formale Modell, das im Text wiedererkannt werden kann, eine Problemlösung beschrieben wird oder nicht.
Situationalität	Der Text wird im informatischen Modellierungskreis als Übersetzung eines vorliegenden (ggf. impliziten, da nicht schriftlich veräußerten), formalen Modells konzipiert. Die Übersetzung geschieht unter der Zielperspektive der Verarbeitung des formalen Modells auf einem Informatiksystem.
Intertextualität	Dem Quelltext liegen andere Textdokumente zugrunde – z. B. kann der Quelltext auf bereits modellierte Lösungen (etwa Bibliotheken, Module, ...) zurückgreifen. <i>Mindestens</i> werden aber Elemente einer formalen (Programmier-)Sprache bemüht, die selbst als Text auf dem Informatiksystem (bei initialer Aufrichtung) abgelegt worden sind.

Tabelle 3.4.: Betrachtung der Textsorte »Quelltext« anhand konstitutiver, textlinguistischer Kriterien

nen: »Maschinen sind Systeme, die nicht aus sich heraustreten können: Ein Satz, den eine Maschine produziert, kann nicht zugleich ein Satz über die Maschine sein« (Krämer 1988, S. 180). Dies betont erneut die Unmöglichkeit der Selbstreferenz von Informatiksystemen (vgl. 2.1). Dass Quelltext tatsächlich Text ist, hat sich durch die von BEAUGRANDE und DRESSLER angeführten Textkriterien bewahrheitet.

Aus fachdidaktischer Perspektive sei bemerkt, dass »trotz der materiellen Dauerhaftigkeit eines [...] Textes [...] der Sinngehalt oder seine Bedeutung flüchtig [bleibt]. Er unter-

liegt der fortwährenden (Re-)Interpretation der Rezipienten vor dem Hintergrund ihrer eigenen Erfahrungen und Interessen« (Keil-Slawik 1992, S. 6). Dies gilt insbesondere für die informatische Darstellungsform Quelltext.

3.1.2. Informatik

Erzeugnisse informatischer Modellierung umfassen insbesondere (aber keineswegs ausschließlich!) Software, auf die zuvor im Zusammenhang der drei grundlegenden Kulturtechniken implizit referiert wurde. Das Ziel bzw. Produkt, das im Rahmen informatischer Modellierung zumeist entsteht, ist ein Quelltext, der – aus Sicht des Formalisierungsprozesses – als *Senke* dient. Die symbolischen Manipulationen konstituieren sich aus Elementen einer formalen Sprache und werden zu einem Text (als Produkt der Formalisierung) verdichtet. Die sich daran anschließende Frage lautet: Was wird aus dem Text? In Rückkopplung mit den hardwaretechnischen Komponenten eines Informatiksystems auf der enaktiv-gegenständlichen Darstellungsebene »wird aus dem Quelltext Software«. KEIL bemerkt hierzu: »Software ist Text und in dieser Funktion sowohl Maschinenelement als auch Kommunikations- und Verständigungsmittel« (Keil-Slawik und Selke 1998, S. 51). Damit ist klar, dass Quelltext *wiederum* Text bzw. textuelle Darstellungsformen generiert, die Konsequenzen für die »konkretere« – sprich: ikonische und enaktive – Darstellungsebene des Informatiksystems bewirken. (Quell-)Text ist eine fundamentale Darstellungsform³ in der Informatik aufgrund der Bedeutung für die Ausführbarkeit auf der Maschine und kann daher alleinig von der Informatik wissenschaftlich durchdrungen werden. Dies mündet in die These, dass *Quelltext* (source code) eine *informatikgenuine* Darstellungsform von *ambigem* Charakter ist und (seit Einführung der Programmiersprachen) als letzte »humane« Schnittstelle gelten.

Die Theoretische Informatik ist initiale Impulsgeberin für jegliche Art der Formalisierung (logische Schaltnetze, Codierung, Programmiersprachen, ...), die in die anderen Fachgebiete der Informatik Einzug hält (vgl. z. B. Hopcroft und Ullmann 1988). KRÄMER konstatiert bezüglich der Formalisierung das Folgende: »Bevor der Computer als wirkliche Maschine erfunden wurde, entwickelten wir den ›Computer in uns‹« (Krämer 1988, S. 4). Wesentliches Formalisierungsmoment, das all dem vorausging, ist in der Konsequenz der Zahlbegriff, dessen Entwicklung seit Anbeginn auf die Erklär- und »Fass«barkeit von kognitiven Exterorisierungen angelegt ist. Ziel war (und ist) es, die »Welt der formalen Strukturen sinnlich erschließbar, d. h. wahrnehmbar und manipulierbar [zu] machen« (Keil-Slawik 1992, S. 4) – motiviert durch den sozialen Kontext der Kommunikation zwischen Menschen (vgl. ebd., S. 4). Die vielgestaltigen, historischen Werkzeuge, die der Mensch dazu hervorgebracht hat, werden im Anschluss an IFRAH und KRÄMER (Ifrah 1987; Krämer 1988) beleuchtet.

Die Interaktion mit Informatiksystemen geschieht auf allen Darstellungsebenen (symbolisch, ikonisch, enaktiv). Der Beginn bzw. Vorlauf war – wie bereits ausgeführt – in Form der Turingmaschine *rein symbolisch* konstituiert; die ersten physischen Systeme sorgten für enaktive Interaktionsmomente (manuelles Stecken von Kabelverbindungen), ehe die

³ Diese Aussage wird in 3.3 unter Berücksichtigung der Kriterien für fundamentale Ideen der Informatik belegt.

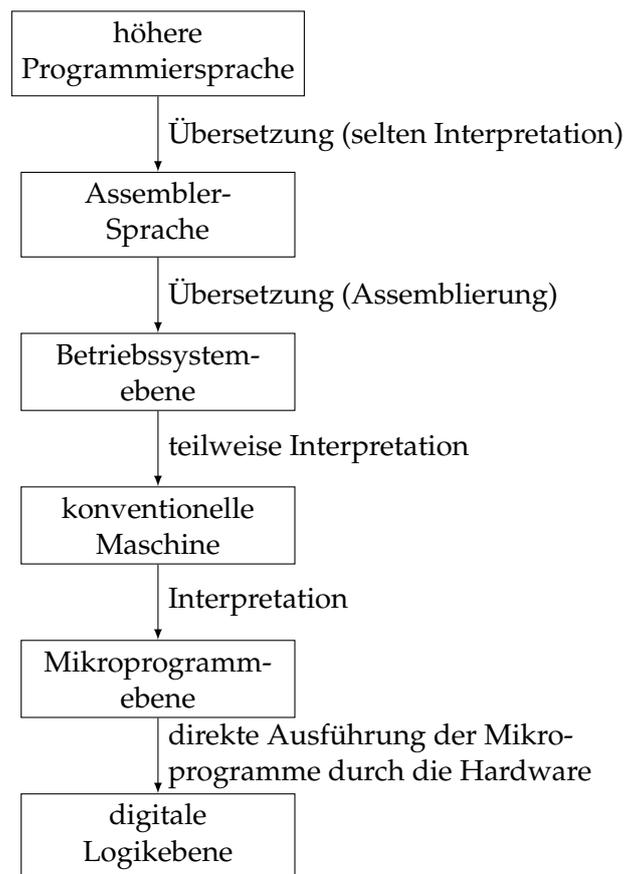


Abbildung 3.2.: Ebenenmodell der Rechnerarchitektur (nach Schwill 1993, S. 19)

ikonische Interaktion Einzug hielt. Seitdem sind ikonische und enaktive Interaktionsformen ((Maus-)Gestensteuerung oder Sprachsteuerung⁴) prägend. Wird die informatische Fachsicht zu Aufbau und Funktionsweise von Informatiksystemen berücksichtigt (vgl. Abb. 3.2), gelangt man jedoch zu der Erkenntnis, dass »in der Informatik eine generelle Tendenz zur Versprachlichung von Sachverhalten [besteht]. [...] [Dies] vereinheitlicht die Sichtweise, denn jedes Problem reduziert sich dann auf ein Problem über Wörtern« (Schwill 1993, S. 18). Damit sind textuelle Darstellungsformen als basale bzw. gewissermaßen apriorische Interaktionsform anzusehen. Basale Interaktion mit Informatiksystemen bedeutet, eine vorliegende informatische Modellierung auf dem Informatiksystem zu implementieren. Die Betrachtung der Modalität dieser Implementierungen sollte die Lokalisierung, quasi einen »Ort«, an dem implementiert wird, sowie einen »Stoff«, der implementiert wird, mit einschließen: In der Semiotik wird von der Wichtigkeit des Bestehens einer Dichotomie zwischen Form und Stoff in kreativen Gestaltungszusammenhängen ausgegangen (vgl. Eco 1977, S. 245 in Andersen 2009, S. 11). Die meisten künstlerischen Schaffensprozesse bringen einen Stoff in Form: Maler*in – Farben, Tänzer*in – Bewegungen, Dichter*in – Sprachelemente. Informatiker*innen formen hingegen Daten, indem sie diese strukturieren und als Resultate Programmausführungen bzw. Folgen von Systemzuständen generieren. Dies tun sie in Programmier- bzw. sogenannten Entwicklungsumgebungen (vgl. ebd., S. 11 f.). Die Entwicklung von Software (statischer Aspekt: Quelltext; dynamischer Aspekt: Ausführung) führt zum Einsatz von Darstellungsformen, die als Ressourcen bzw. Speicher für Quelltexte dienen. Von Schalt- oder Steckplänen über Lochkarten hinweg wurden Dateien als gesonderter, doch zugleich uniformer Dokumententyp für Informatiksysteme entwickelt, der sowohl Quelle als auch Senke darzustellen vermag⁵. Die Folge von Ausdrücken, die auf einem Informatiksystem entstehen, ist mit den Inhalten der Speicherzellen gleichzusetzen. Diese sind trennscharf zueinander und können sich in verschiedenartigen Zuständen befinden, doch erfahren sie eine Bedeutungsperspektive, wenn sie im Rahmen eines Programm strukturiert werden. ANDERSEN zieht daraus den Schluss: »programming is really sign-creation« (vgl. ebd., S. 13).

MÖSSENBÖCK schließt mit seiner Entwicklung von Abstraktionsmechanismen in Programmiersprachen (vgl. Abb. 3.3) die Abbildung von der realen (hardwareorientierten) Implementierung zur virtuellen (softwareorientierten) Implementierung auf. Dabei unterscheidet er die zwei Sichtweisen Daten und Operationen und gelangt somit von Speicheradressen und Maschineninstruktionen über selbstdefinierte Datentypen und Prozeduren bis hin zu Klassen. Bei diesen Abstraktionsprozessen identifiziert MÖSSENBÖCK für jede Abstraktionsstufe einen Zugewinn für die informatische Modellierung.

1. Lesbarkeit
2. Maschinenunabhängigkeit
3. »virtuelle Sprachen«

⁴ Die Sprachsteuerung lässt sich als *ikonisch* auffassen, da *akustische* Signale (Klangbilder) eingegeben und verarbeitet werden.

⁵ CLAUS und SCHWILL bezeichnen eine Datei als Datenmenge, deren Datensätze von Gleichartigkeit bezüglich des Aufbaus gekennzeichnet ist; Dateien verfolgen demnach den Zweck, Daten auf Informatiksystemen ablegen zu können, sodass sie vom Betriebssystem verwaltet werden könnten (vgl. Claus und Schwill 2006, S. 151).

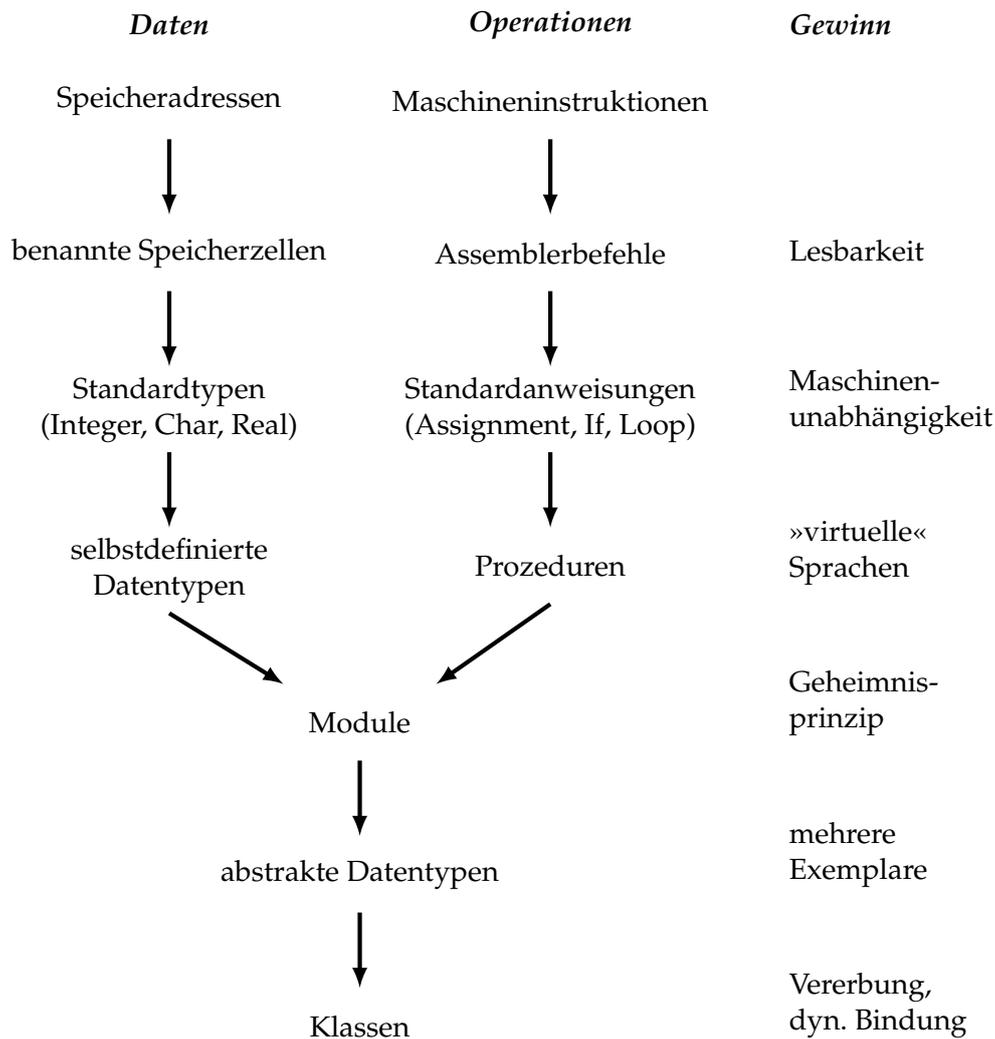


Abbildung 3.3.: Entwicklung von Abstraktionsmechanismen in Programmiersprachen
(nach Mössenböck 1992, S. 12)

4. Geheimnisprinzip (durch Modularisierung)
5. mehrere Exemplare (Reproduzierbarkeit)
6. Vererbung, dynamische Bindung

Diese Zugewinne können im Zusammenhang der Frage nach einem informatischen Textbegriff als konstitutiv betrachtet werden. Durch die Abstraktion vom maschinennahen Programm auf der *syntaktischen* Ebene ist bei der informatischen Modellierung ein viel stärkerer Fokus auf den (realen) Problemkontext, sprich die *pragmatische* Ebene, möglich. Die dabei entstehende *semantische* Lücke wird durch Klassen als Abstraktion geschlossen (vgl. Mössenböck 1992, S. 11 f.). Hieraus lässt sich erkennen, dass die drei Ebenen Syntax, Semantik und Pragmatik für die Gliederung eines informatischen Aufschlusses von Quell-

text geeignet sind. Dieser Ansatz wird bestärkt, wenn man die Überlegungen aus 2.1.1 hinzunimmt, die die Bedeutung dieser drei Ebenen für die Informatik grundsätzlich aufgezeigt haben. Dem zur Folge werden sie (nach dem unmittelbar anschließenden Exkurs in die Digital Humanities) zur Strukturierung des weiteren Kapitels herangezogen.

3.1.3. Digital Humanities

SAHLE entwickelt für die Digital Humanities im Rahmen zu Fragen digitaler Editorik einen Textbegriff, der drei Hauptperspektiven und drei sogenannte Zwischenpositionen umfasst (vgl. Sahle 2013, S. 8). Motivation ist die Untersuchung der Isomorphie von Textdokumenten.

Hauptperspektiven

- Text_S – Der Text als sprachliches Gebilde, als sprachliche Äußerung
- Text_I – Der Text als Inhalt, Idee, Intention
- Text_D – Der Text als Dokument, als Materialisierung in einem Medium

Zwischenpositionen

- Text_W – Der Text als Werk, als sprachlich variable, aber bereits strukturierte Ausdrucksformen eines Gedankens
- Text_F – Der Text als einzelne textliche Fassung, als medial fixierte Äußerung
- Text_Z – Der Text als visuelles Phänomen, als zeichenhafter Ausdruck, als nicht-nur-sprachliche Äußerung

Text_S

Unter der Perspektive S (wie Sprache bzw. sprachliche Äußerung) wird der Text als schriftlich fixierte sprachliche Äußerung aufgefasst. Dies bedeutet, dass die Reihung der Wörter den Text formt und »der Text_S [...] von seiner Ausformung als Dokument unabhängig [ist]« (ebd., S. 10). Die Textgleichheit (Isomorphie) gemäß Text_S kann grundsätzlich geprüft werden, wobei als wichtiger Unterschied zu den streng formalisierten Quelltexten der Informatik (s. o.) in der Editorik historischer Texte Rechtschreibung, Interpunktion oder Makrostrukturen unwesentliche Aspekte bei derartigen Vergleichen darstellen (vgl. ebd., S. 10, 12). Nichtsdestoweniger geht es bei diesem speziellen Textbegriff zusammenfassend um *syntaktische* Gegebenheiten des Textes.

Text_I

Text_I ist die Idee, der Inhalt bzw. die Intention des Textes und betrachtet den Text als objektivierte Wissensstruktur, zur persistenten Speicherung von gewonnenen Erkenntnissen. SAHLE klassifiziert sogar ein Buch (u. a.) als »Datenspeicher« (vgl. ebd., S. 37 ff.). Diesem speziellen Textbegriff fällt eindeutig eine *semantische* Funktion zu. Die Bedeutung von Text_I reicht bis zur Zeitinvarianz, welche SAHLE an »dem Platon« (gemeint seine Ideen, seine Texte) zeigt – unabhängig von einer konkreten Fassung. Übertragen auf die Informatik kann dies am Beispiel »des Dijkstra-Algorithmus« illustriert werden: Obwohl die Modellierung als Diagramm oder Pseudocode oder die Implementierung unterschiedlicher Form ist und sprachlich anders geäußert wird⁶, handelt es sich schließlich um »den Dijkstra«, der modelliert bzw. implementiert wurde. Diese gewissermaßen kanonisierte Semantik entfällt bei Erstmodellierungen und individuellen Projekten (vgl. Kap. 6).

Text_D

»Wenn Text_S für die Sprache steht und Text_F durch die jeweilige Ausprägung der Schriftsprache bestimmt ist, dann ist es vor allem das Schriftbild in seiner Funktionalität, das den Text_D konstituiert« (ebd., S. 27 f.). Diese Denkfigur ist bereits aus KRÄMERS Überlegungen zur Schriftbildlichkeit und zum Operationsraum Schrift bekannt⁷. Der Text ist also nicht allein Zeichenkette, sondern mehrdimensionaler Schriftraum. In SAHLES Ansatz ist insbesondere die Sichtweise von Text_D als »funktionales System« interessant, da ein direkter Bezug zur Entwicklung informatischer Literalität erkennbar wird: Layout und Materialität werden als basale Leseanweisung aufgefasst und es wird zwischen drei »Stufen« im Wahrnehmungsprozess unterschieden: Rekonstruktion des linguistischen Codes (Erschließung der Sprache), Rezeption aller Codeebenen (Ergänzung durch Schrift) und visuelle Ausprägung (Überwölbung bzw. Ganzheit als Bild). Damit existiert neben dem sogenannten »linguistic text«, der linear gelesen wird, auch ein »bibliographic text«, der einen nicht-nur-linearen Leseprozess adressiert (vgl. ebd., S. 29). Diese Beschaffenheit zeigt sich bei Quelltexten z. B. in der Zeilennummerierung, in Aufrufen von Methoden bzw. Funktionen oder der Referenz auf Variablen. Neben dem linearen Lesefluss vom ersten bis zum letzten Zeichen ist für die Semantik des Quelltextes ein modellierungs- bzw. programmablaufbezogener bedeutsam. Schließlich ergibt sich durch Einrückung, Klammerung und Ähnlichem zusammen mit den gedruckten Zeichen ein Gesamtbild, das zu lesen ist. Für didaktische Zusammenhänge lässt diese fachliche Komplexität des Quelltextes große Herausforderungen vermuten, weswegen im Folgenden sowohl eine historische Genese formaler Darstellung (vgl. 3.2) als auch eine informatische Aufschlüsselung des Quelltextes als textuelle Darstellungsform (vgl. 3.4) zu einer Klärung beitragen sollen.

⁶ Es könnten zwei Quelltexte vorliegen, z. B. in zwei verschiedenen (Programmier-)Sprachen oder mit unterschiedlich benannten Bezeichnern.

⁷ Vgl. Ausführungen zu KRÄMER (2005) in Abschnitt 2.3.5.

3.2. Historische Genese formaler Darstellung

Die Theoretische Informatik hat sich in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts aus den zahlreichen Überlegungen u. a. von HILBERT, WITTGENSTEIN und auch CHURCH zur Metatheorie der Mathematik entwickelt (vgl. Krämer 1988, S. 2). Die von HILBERT aufgeworfenen Probleme sollten durch die Gemeinschaft der Mathematiker*innen einer Lösung überführt werden; GÖDEL konnte schließlich durch einen Widerspruchsbeweis bezüglich des Entscheidungsproblems belegen, dass ein mathematisch konstruiertes System, das mindestens eine abzählbar unendliche Menge als »Datenbasis« enthält, entweder widerspruchsfrei oder vollständig sein kann, nie aber beides zugleich. Die strukturwissenschaftlichen Gegenstände und Methoden haben damit zur Begrenztheit formaler Systeme letztlich zur Entwicklung der Informatik beigetragen und damit zu einer Vielfalt an formalen Sprachen geführt, die wir im Laufe der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts nach und nach bis heute vorfinden. In diesem (sprach-)theoretischen Kontext gewinnen Grammatiken formaler Sprachen eine entscheidende Bedeutung (vgl. Chomsky 1955): Was ist nach welchen Regelmäßigkeiten (überhaupt) sag- und entscheidbar?

Die Vorgeschichte der Computerisierung bzw. der informatischen Modellierung ist jedoch die Geschichte der Berechenbarkeit und diese fußt wiederum auf der Geschichte der Formalisierung. Die Formalisierung ist aber die Idee, mit Symbolen mechanisch operieren zu können; Menschen verhalten sich im Symbolgebrauch so, als ob sie Maschinen seien (vgl. Krämer 1988, S. 4). Dieser Symbolgebrauch sowie die Geschichte der Formalisierung wird in diesem Abschnitt anhand der Ausführungen zu symbolischen Maschinen von KRÄMER (ebd.) und der Geschichte des Zahlbegriffs von IFRAH (1987) aufgearbeitet und über diverse Darstellungsformen bis hin zur Darstellung in der Informatik (von Algorithmen und Datenstrukturen) weiterentwickelt.

3.2.1. Die Anfänge formaler Darstellung

Knochenfunde mit regelmäßigen Gravuren (Wolfsknochen, 55 Kerben zu je fünf gebunden; vgl. Krämer 1988, S. 9) zeigen um 30.000 v. Chr. gehäuft Einkerbungen auf, die darauf hindeuten, dass erste Ansätze zu einer Vorstellung, ja sogar einer (nachweisbaren) Darstellungsform zum Zahlbegriff vorhanden waren (vgl. Ifrah 1987, S. 15). Das Zählen, sei laut IFRAH folgendermaßen zu verstehen: Elemente einer Menge zu »zählen« bedeutet, jedem Element ein Symbol zuzuordnen (vgl. ebd., S. 15). Dahingehend bemerkt KRÄMER, dass »Ziffersysteme [...] die geschichtlich frühesten Formen einer formalen Sprache« (Krämer 1988, S. 11) seien. Sie unterscheidet dabei abzuzählende Dinge und vorgegebene Menge klar vom Aufbau der Zählreihe; diese Entwicklung beschreibe den Weg hin zur symbolischen Repräsentation (vgl. ebd., S. 5 ff.).

Der Mensch ist nicht fähig, ohne Kerbholz, Abakus, Papier und Bleistift oder Rechenmaschinen zu rechnen (vgl. Keil-Slawik 1992, S. 6). Der Gegenstandsgedanke zieht sich von den Anfängen der Herausbildung des Zahlbegriffes (Knochen) bis heute (Informatiksysteme, Taschenrechner). Die erste Rechenmaschine war die Hand. Ein wahrlich beachtliches Instrument zur Darstellung und Operation mit Zahlen. In der heutigen Gebärdensprache sind bis zu 10.000 Zeichen codiert. Erst durch die Ausbreitung der »arabischen«

Ziffern verlor das Rechnen mit den Fingern an Bedeutung. »Um so merkwürdiger ist es, daß die moderne Informatik etymologisch an das Rechnen mit den Fingern anknüpft. Hier spricht man nämlich von *Digitalrechnung*« (Krämer 1988, S. 94). Dieses Beispiel fällt bereits in die Kategorie der Repräsentation von Zahlen durch gegenständliche Hilfsmengen. Das waren konkrete Zahlzeichen in Form von Gegenständen wie Kieselsteine, Kerben, Kreide, geknoteten Schnüren, Gesten mit Körperteilen. Die Römer verwendeten etwa Nägel zum Zählen der Jahre. In diesem Zusammenhang sind auch Rechensteine und Rechenbretter zu nennen, die bis ins 14./15. Jahrhundert in Europa Bestand hatten und dann erst von Ziffern auf Papier abgelöst wurden. Der Vorteil besteht hier in der Trennung von *Zahl* und *gezähltem Ding*: Die Mächtigkeit zeigt sich durch die diskreten Elemente. Die Elemente dieser Hilfsmengen können jedoch nicht als Zahlen gelten, sondern als Anzahlen und diese sind immer Anzahlen von etwas; das geht auf Euklids Verständnis vom Begriff *arithmos* zurück: Zahl als Anzahl von etwas. Die Anzahl der Dinge wird »vererbt« – es liegt also eine analogische Strukturübertragung vor (vgl. Ifrah 1987, S. 15; vgl. Krämer 1988, S. 28).

Kulturgeschichtlich betrachtet verfügten die Inka zwar nicht über Rad, Zugtier oder Schrift, aber dennoch waren sie in der Buchführung gut geschult: Sie hatten Schnüre mit Knoten, die sie zum Archivieren von Datenbeständen verwendeten. Anfangs war man bei den Schnüren noch von einer Rechenmaschine ausgegangen, es ist aber erwiesen, dass die Inka die Datenstruktur »Schnur« für wirtschaftliche, militärische und verschiedene weitere Anwendungszwecke einsetzten; dabei legten sie je Anwendungsgebiet eine eigens gefärbte Schnur an. Zudem bestand ein sehr großer Vorteil in der Portabilität dieser Register (vgl. Ifrah 1987, S. 121). Bei den Griechen und Persern war dieses System der Schnüre ebenfalls entwickelt worden; die weite Verbreitung lässt sich auch noch teils in heutigen, religiösen Anwendungsszenarien wiederfinden: etwa beim »Rosenkranz« oder bei »Gebetsriemen« (vgl. ebd., S. 125).

3.2.2. Etablierung symbolischer Repräsentation

Den Übergang zur symbolischen Repräsentation von Anzahlen bildeten die mesopotamischen Tonkugeln, die wiederum tönernen Steinchen beinhalteten. Dieses Mittel der archaischen Buchführung hat Daten in nicht sprachlicher Form dokumentier- und übertragbar gemacht. Die Abdrücke (Tonsteinchen auf großen Hohlkugeln) können als älteste Spur eines zweidimensionalen, graphischen Zahlzeichensystems aufgefasst werden (vgl. Krämer 1988, S. 8 f.). Zunehmend entwickelten die Hochkulturen unabhängig von einander Ziffernsysteme: angefangen bei Individualzeichen über additive Ziffernsysteme, die noch keine Zahl »Null« kannten und mit denen sich schwierig Rechenoperationen durchführen ließen (z. B. ägyptisch, römisch), bis hin zu Stellenwertsystemen im altchinesischen, im indischen und im arabischen Kulturkreis. Es gab aber auch bereits vor dem Bekanntwerden von Positionssystemen bei Hirten die Eigenart, das Vieh mit drei Helfern, die für Hunderter-, Zehner- und Einerstelle ihre jeweils zehn Finger zeigen mussten (vgl. Ifrah 1987, S. 55), indische Kaufleute rechneten mit einem 5er System (»Einerhand«, »Fünferhand«) (ebd., S. 69) und die Babylonier und Sumerer schließlich mit einem Sexagesimalsystem, das die Griechen und Araber für die Astronomie übernommen haben

und welches sich auch heute noch bei Berechnungen zu Zeiten, Kreisen und Winkeln wiederfindet. Eine wichtige, praktische Anwendung war dabei die Seefahrt.

Mit DIOPHANT von Alexandrien (3. Jh. n. Chr.) wurde die griechische Mathematik, die bis dato nie losgelöst war von einer *geometrischen* Deutung arithmetischer Operationen, zum Weglassen der geometrischen Repräsentation bewegt. Gleichungen mit Unbekannten ließen sich nun aufstellen, wobei für die unbekannte Zahl ein Platzhalter aufgestellt wurde (vgl. Krämer 1988, S. 37). DIOPHANT leistete die Konstruktion einer Zeichenschrift (Unbekannte, deren Potenzen, Rechensymbole); dabei gab es keine allgemeingültigen Lösungen und keine Gleichungstheorie; die »Zeichen sind [›lediglich‹] Abkürzungen, Abkürzungen für etwas, das im Prinzip auch ohne Gebrauch dieser Zeichen gegeben ist« (ebd., S. 38). Dies entspricht also immer noch nicht einem *formalen* Symbolgebrauch. Erst später gelangte man in der Algebra zum »Buchstabenrechnen«: Im Zuge der angestrebten *Algorithmisierung* mathematischer Operationen kam es dazu, dass VIETA (2. Hälfte 16. Jh.) abstrakte Koeffizienten entwickelte. »Buchstabensymbole [i. e. Koeffizienten] stehen nicht mehr für einen wohl[zu]bestimm[enden] Wert, sondern für alle möglichen Zahlenwerte, die in eine solche Gleichungsform eingesetzt werden können. [...] Doch Buchstaben wie a und b in der Gleichung $a + b = b + a$ sind nicht mehr individuelle Zeichen, sondern allgemeine Zeichen, die für eine ganze Klasse möglicher Objekte⁸ stehen« (ebd., 63, Anmerkung des Verfassers dieser Arbeit). Rechnen wird zum »Umformen von Zeichen« und das ist nun auch auf Papier möglich. VIETA führte somit eine formale Schreibweise in die Mathematik ein (vgl. ebd., S. 61 ff.). Mit DESCARTES »La Geometrie« (allgemeine Lösbarkeit von Klassen geometrischer Probleme nachweisbar) »bekommt die Technik rechnerischer Verfahren einen Status, der bisher den geometrischen Verfahren vorbehalten blieb: ein begründetes Wissen liefern, welches auf Beweisen beruht« (ebd., S. 67). Die Algebra wird von der $\tau\acute{\epsilon}\chi\nu\eta$ (altgriech. »Fertigkeit«) zur $\acute{\epsilon}\pi\sigma\tau\acute{\eta}\mu\eta$ (altgriech. »Wissen«).

Die indische Arithmetik und Algebra brachten das dezimale Stellenwertsystem hervor (erster Dokumentenbeleg aus dem Jahr 595 n. Chr.). Für die wirtschaftliche Entwicklung in Europa wurde die Zahlbeherrschung nützlich. Das »Rechenbüchlein« war neben Bibel, Kalender und politischen Flugblättern einer der frühesten Dokumententypen, die gedruckt wurden. LEIBNIZ konnte das orientalische, *symbolische* Ziffernsystem schließlich für einen Übertrag auf einen mechanischen Apparat verwenden (vgl. ebd., S. 54 ff.). Auch wenn dies nicht vollends zu dem Zeitpunkt gelang, hatte man in jedem Falle die Überwindung der Trennung von Zahlendarstellung und Zahlenrechnen geleistet⁹: »[I]n dieser Doppelrolle einer darstellenden und instrumentellen Funktion zeigt es [das indische Ziffernsystem] die Eigenschaften einer formalen Sprache; deren Spezifik ist es, das Operieren mit Gegenständen, Begriffen, Gedanken zu ersetzen durch das Operieren mit Zeichen, welche an die Stelle dieser Gegenstände, Begriffe und Gedanken treten« (vgl. ebd., S. 57). Mit dem Kalkül als »Herstellungsvorschrift, nach welcher aus einer begrenzten Menge von Zeichen unbegrenzt viele Zeichenkonfigurationen hergestellt werden können« (ebd., S. 59) sind Zeichen nun nicht mehr eindeutige Zuordnungen zu

⁸ Die Begriffe »Objekt« und »Klasse« sind hier nicht der Objektorientierung entlehnt, sondern sind im Sinne einer »Problemklasse« zu verstehen.

⁹ Die Entdeckung der binären Welt wird mit den zentralen Überlegungen von LEIBNIZ und HOCHSTETTER (1966) dokumentiert.

Objekten, sondern *beliebige Gegenstände*. Erkenntnistheoretisch betrachtet, wird damit die ursprüngliche (unidirektionale) Relation »Ich habe einen realweltlichen Gegenstand und überführe ihn in ein Symbol« umgekehrt. Dies gilt insbesondere für die Implementierung im Rahmen der informatischen Modellierung.

3.2.3. Darstellung von Algorithmen und Datenstrukturen

In Bagdad, dem Hochzentrum der Mathematik im 9. Jh., entwickelte ABU ABDALLAH MUHAMMED IBN MUSA AL-HWARIZMI AL-MAGUSI – kurz AL-HWARIZMI – algebraische Schriften. Aus dem 13. Jh. sind lateinische Übertragungen der Schriften al-Hwarizmis vorhanden, darin werden seine Ausführungen zu *algorithmi* bzw. *algorismus* latinisiert (vgl. ebd., S. 51). In China konnten lineare Gleichungssysteme mittels eines Algorithmus mit Hilfe von Stäbchen auf einem Rechenbrett (Darstellung der Koeffizienten) gelöst werden, dabei gab es jedoch keine formale Sprache, um den Algorithmus allgemein auszudrücken (vgl. ebd., S. 42); stattdessen griff man auf die Darstellung in Worten und ein konkretes Beispiel zurück.

Das Leibnizprogramm der *characteristica universalis* behauptete, für jede Klasse von Problemen existiere ein Algorithmus, der die Lösbarkeit oder Unlösbarkeit dieser Problemklasse beweist; darin zeigt sich einerseits eine erkenntnistheoretische Komponente: Alles Denken vollziehe sich im Medium von Zeichen, bedürfe also einer Sprache; Schritte des Denkens realisierten sich als schrittweise Bildung und Umbildung von Zeichen; andererseits ist eine methodische Komponente erkennbar: Alles Operieren mit Zeichen sei als Operieren innerhalb einer formalen Sprache ausführbar. Von jeder Tätigkeit x gelte, dass wenn x formalisierbar ist, dann gelte auch, dass x mechanisierbar ist (vgl. ebd., S. 138 f.).

Anfang des 20. Jahrhunderts wurde erörtert, inwieweit man die Formalisierbarkeit als Mechanisierbarkeit noch bis zu einer universalen Denkmaschine vorantreiben könnte. Das Hilbertprogramm (1917) impliziert die Konstruierbarkeit einer universalen mathematischen Maschine. HILBERT und weitere Mathematiker versuchten, metamathematische Verfahren am Beispiel des Schachspiels zu entwickeln und einen Algorithmus zur Lösung des Entscheidungsproblems zu finden. Darauf führten GÖDELS und CHURCHS Überlegungen zur Unvollständigkeit und Unentscheidbarkeit formaler Systeme schließlich zu der Erkenntnis, dass es unmöglich ist, eine Maschine zu entwickeln, die für eine beliebige vorgelegte Aussage auf die Frage, ob diese Aussage rein logisch gültig ist, entweder mit »ja« oder »nein« antwortet. Letztlich ist es TURING, der mit seinen Ausführungen zur Berechenbarkeit (vgl. Turing 1936), den Weg zur Informatik und damit zu Informatiksystemen, wie wir sie heute entwickeln, eröffnet. Die von ihm herausgearbeitete »Turingmaschine ist vollständig beschrieben durch eine lineare, endliche Folge von Symbolkonfigurationen in einem typographischen Medium: sie ist eine symbolische Maschine« (Krämer 1988, S. 180). Eine symbolische Maschine ist ein Konstrukt, das nicht wirklich als (technische) »Maschine« (im eigentlichen Sinne) existiert; eine solche symbolische Maschine besitzt eine Anfangskonfiguration und Endkonfiguration und leistet eine Transformation von Symbolkonfigurationen. Klassisches Beispiel für eine solche symbolische Maschine, mit der wir in der Grundschule bereits alle vertraut gemacht werden, ist die »schriftliche Multiplikation« im dezimalen Stellensystem. Jede formalisierbare Proze-

dur ist mechanisierbar (vgl. Krämer 1988, S. 2 f.). sofern diese formalisierbare Prozedur folgende Eigenschaften eines Algorithmus aufweist:

Eigenschaft	Ausprägung
allgemeingültig	Ein Algorithmus löst eine Vielzahl von Problemen.
finit	Ein Algorithmus ist in endlich vielen Schritten beschrieben.
deterministisch	In jedem Schritt ist eindeutig klar, was zu tun ist.
terminierend	Jeder Algorithmus hat eine endliche Laufzeit.
determiniert	Gleiche Eingaben führen zu gleichen Ausgaben.

Tabelle 3.6.: Eigenschaften von Algorithmen (nach Claus und Schwill 2006, S. 43 ff.)

Gerade in der Finitheit der *Beschreibung* manifestiert sich die Unabdingbarkeit der *sprachlichen* Fixierung. Da sich praktisch betrachtet die mündliche Kommunikation über formale Ausdrücke eher schwierig gestaltet und die Möglichkeiten des Operationsraumes Schrift bereits aufgezeigt wurden (vgl. 2.3.5), ist hier i. d. R. von textueller oder diagrammatischer Darstellungsweise der Beschreibung auszugehen. Die symbolische Darstellungsebene erlaubt es durch Verwendung eines zweielementigen Alphabets einen Transfer zu enaktiv-gegenständlichen Darstellungsweisen – konkret: physikalischen Darstellungsformen – zu leisten. Damit lässt sich Datenverarbeitung auf Informatiksystemen als symbolische Manipulation von binären Mustern auffassen, »die auf der Ebene ihrer physikalischen Repräsentation interpretationsfrei sind« (Herzig 2001, S. 113). Diese Form der Manipulation ist durch Algorithmen schließlich automatisierbar (ebd., S. 112 f.). Durch die Möglichkeit Algorithmen auf Daten(strukturen) von Automaten abarbeiten zu lassen und den damit einhergehenden Fragestellungen konnte die Wissenschaft Informatik in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts etabliert werden.

3.3. Quelltext als fundamentale Idee der Informatik

Das Konzept fachlich fundamentaler Ideen – ursprünglich von WHITEHEAD Anfang des 20. Jahrhunderts formuliert (vgl. Whitehead 1962) – wurde von SCHWILL (1993) Anfang der 1990er Jahre für die Informatik ausgearbeitet. Damit liegt ein Instrument bereit, anhand dessen sich elementare Fachgegenstände und -methoden kriteriengestützt legitimieren lassen. Auch für den Forschungsbereich »textuelle Darstellungsformen« ist eine solche Legitimation zu erstellen, um generelle Relevanz des Gegenstandes in der Informatik nachzuweisen. Die Grenzen dieses renommierten Ansatzes liegen in der Betrachtung konkreter Situationalität¹⁰.

Um die inhaltliche Tragweite der einzelnen Kriterien für fundamentale Ideen für den Kontext dieser Arbeit deutlicher herauszustellen, wird die Bezeichnung der Unterabschnitte angepasst (vgl. Tab. 3.7); dabei werden Horizontal- und Zeitkriterium in einem Unterabschnitt zusammengefasst.

¹⁰ Hier wird das Konzept der Angemessenheit Abhilfe schaffen (vgl. 7.1).

Horizontalkriterium	Durchdringung der Informatik und Zeitinvarianz
Vertikalkriterium	Graduelle Adaptivität
Zeitkriterium	Durchdringung der Informatik und Zeitinvarianz
Sinnkriterium	Lebensweltbezug

Tabelle 3.7.: Adaption der Bezeichnungen der Kriterien für fundamentale Ideen

3.3.1. Durchdringung der Informatik und Zeitinvarianz

Für die Bedeutung textueller Darstellungsformen in der Geschichte der Informatik bis in die Gegenwart sei auf die Ausführungen in 3.1.2 und 3.2 verwiesen. Dort wurde deutlich, dass Fragen formaler Darstellung schon weit vor der Antike hohe Relevanz hatten und bedingt durch die stetig fortschreitende, kulturtechnische Entwicklung des Zahlbegriffes letztlich »mathematische Textarbeiten« zur Begründung der Theoretischen Informatik geführt haben. Die Beschreibung von Strukturen bzw. formalen Sprachen in mathematisch-formalisierten Texten ist seit jeher gängige Arbeitsweise der Theoretischen Informatik. In der Praktischen Informatik sind textuelle Darstellungsformen vor allem als »klassischer Quelltext« von hoher Bedeutung. Ausarbeitungen wie Plankalkül von ZUSE oder die Diskussion der Sprache ALGOL zeigen, dass auch auf theoretischer Ebene ein Diskurs über Implementierung mittels textueller Darstellungsformen möglich ist. Durch die Entwicklungen der Technischen Informatik wird eine praktische Umsetzung textueller Darstellungsformen ermöglicht. Das von SCHWILL in Abbildung 3.2 angeführte Ebenenmodell der Rechnerarchitektur zeigt auf, dass ausgehend von Texten in (höheren) Programmiersprachen ein Übersetzungsprozess bis zur digitalen Logikebene stattfindet. Wenngleich – von heute aus betrachtet – multimodale Interaktion mit Informatiksystemen auf enaktiver Darstellungsebene stärker zunehmen wird, so bleibt die symbolische Ebene, der textuelle Darstellungsformen zuzurechnen sind, als Basis der den Informatiksystemen vorausgehenden informatischen Modellierung erhalten. Textuelle Darstellungsformen müssen demnach in informatischen Bildungsprozessen zum Abschluss von Informatiksystemen auch in Zukunft herangezogen werden.

3.3.2. Lebensweltbezug

Auf die drei grundlegenden Kulturtechniken des Lesens, Schreibens und Rechnens wirkt sich die Informatik folgendermaßen aus: »Lesen« bedeutet eben nun *auch*, textuelle, informatische Darstellungsformen zu rezipieren. »Schreiben« bedeutet eben nun *auch*, textuelle, informatische Darstellungsformen zu produzieren. »Rechnen« bedeutet eben nun *auch*, eine informatische Modellierung zu einer gegebenen Problemstellung selbstständig zu entwerfen. Eine Fokussierung auf »Programmquelltext schreiben« wäre allerdings vorschnell, da zum einen andere textuelle, informatische Darstellungsformen existieren; zum anderen ist neben dem Schreiben die *Lesekompetenz* bezüglich Quelltexten von großer Bedeutung (vgl. Schulte und Busjahn 2010, S. 11); gerade auch bei textuellen Darstellungsformen außerhalb des »klassischen Programmierens«. Beispielsweise ist die verständige Rezeption von Protokolltextelementen eine bedeutsame Kompetenz: Wenn mir

ein URL präsentiert wird, sollte mir klar sein, wo der semantische Unterschied zwischen `http` und `https` liegt. Die zeitgenössischen und perspektivischen Möglichkeiten von Erzeugnissen der Informatik auf einer soliden Basis beurteilen zu können und selbst informatisch gestalten zu können, sind anzustrebende Kompetenzen in allen Bildungskontexten. In diesem Sinne bedarf es einer informatischen Literalität, die es in der institutionalisierten Enkulturation, also ab Kindergarten und Grundschule, zu implementieren gilt. Der Einzug informatischer Bildung in die Lehrkräftebildung ist eine logische Konsequenz.

3.3.3. Graduelle Adaptivität

Aus der historischen Entwicklung formaler Darstellungsformen (vgl. 3.2) wurde ersichtlich, dass diese unmittelbar mit der Geschichte des Zahlbegriffs verknüpft sind. Betrachtet man Zahl als Kulturphänomen, zeigt sich, dass Babylonier, Inder, Maya, Chinesen und andere Kulturen unabhängig von einander Stellenwert- und Zahlensysteme entwickelt haben, die auf ähnlichen Ideen beruhen und somit auf natürliche Weise nachweisen, dass das Nachdenken über Zahlen eine gewisse Einheit menschlicher Kultur zu sein scheint (vgl. Ifrah 1987, S. 16, 18). Tatsächlich ist die Fähigkeit der Zahlwahrnehmung in uns angelegt: Kinderpsychologie und anthropologische Untersuchungen bei (heutigen) Naturvölkern belegen, dass es eine Zeit gibt, in der Menschen noch nicht zählen können bzw. konnten, aber ein *Zahlengefühl* und die Wahrnehmung natürlicher Vielzahlen sich beim Menschen sukzessive entwickelt – ganz in dem Sinne »1,2,3 ganz viele« (vgl. ebd., S. 26 f.). Darin zeigt sich die wesentliche Qualität, die in der Syntax und der damit verbundenen Semantik liegt und die für die Enkulturation von hoher Bedeutung ist.

KRÄMERS »Menschen verhalten sich im Symbolgebrauch so, als ob sie Maschinen seien« lässt sich im Sinne der Spiralcurricularität beim Menschen zu jeder Zeit im Leben ausfindig machen – z. B.:

- im Kindergartenalter: Farben zuordnen¹¹, Puzzlen, Anwendung von Regeln bei Spielen¹²
- im Grundschulalter: schriftliches Addieren
- als Jugendliche: (Tanz-)Choreographien (vgl. Siebrecht 2015; Losch 2020), Verkehrsschilder lesen, Verwendung der Syntax von URL
- als Erwachsene: Freizeit: s. Jugendliche; Beruf oder Geschäftstätigkeit: Verwendung der Syntax von URL oder auch E-Mail-Adressen

¹¹ Interessante Beobachtung: Die Eingabe »Farbe« liegt auf der *ikonischen* Ebene, doch die Verarbeitung, d. h. die Zuordnung der Farben (etwa: »blau–blau«) kann nur mit sprachlichen Fähigkeiten vorgenommen werden – vgl. Vygotskij 1934, der vom Zusammenhang von Denken und Sprechen ausgeht.

¹² Diese Tätigkeit ist auch auf den anderen Altersstufen einschlägig und gewinnt mit zunehmendem Alter an formaler Komplexität.

3.4. Quelltext als textuelle Darstellungsform der Informatik

Bei der nachfolgenden Betrachtung wird der in Kapitel 2 aufgezeigte Zusammenhang von »Daten – Wissen – Information« bzw. »Syntax – Semantik – Pragmatik« als Ansatz zur Strukturierung der Perspektiven auf die zentrale textuelle Darstellungsform Quelltext herangezogen. Diese kann für alle drei Perspektiven stets abstrakt wie auch materiell gefasst werden. Dies verdeutlicht sich auch in der Rezeption der Textbegriffe von SAHLE, die in diesem Abschnitt folgendermaßen verschränkt werden:

Syntaktische Perspektive Quelltext als Text_S (sprachliche Äußerung); zudem könnte die Zwischenposition Text_Z (Zeichen) aufgrund ihrer semiotischen Veranlagung hinzugerechnet werden. Schließlich ist für Text_F (Fassung) die Frage der Anordnung der Zeichen zentral. → folgend in Kurzform als Q_{Syn} referenziert

Semantische Perspektive Quelltext als Text_I (Idee/Inhalt/Intention) und als Text_D (Dokument) → folgend in Kurzform als Q_{Sem} referenziert

Pragmatische Perspektive Quelltext als Problemlösung → folgend in Kurzform als Q_{Prag} referenziert

SAHLE fokussiert in seinem Ansatz das Phänomen Text i. W. durch syntaktische und semantische Bezüge. Für die pragmatische Ebene wird auf den informatischen Modellierungskreis rekurriert (vgl. Abb. 1.1), der zahlreiche Interaktionen – wie Entstehung, Verarbeitung und Revision – von Menschen mit einem Quelltext berücksichtigt und daher geeignet erscheint. Obwohl in Abschnitt 3.1 theoretische bzw. idealtypische Textbegriffe aus Textlinguistik, Informatik und Digital Humanities vorgestellt wurden, zeigt sich in der tatsächlichen Auseinandersetzung, dass die Übergänge fließend sind und eine saubere Schnittstelle bei Quelltexten als syntaktisches, semantisches bzw. pragmatisches Phänomen nicht möglich ist.

Ein Ansatz aus der Informatikdidaktik, der das geplante Vorgehen ebenfalls stützt, ist das von BURKHARDT, DÉTIENNE und WIEDENBECK entwickelte Modell zum Textverständnis von objektorientierter Programmierung. Sie unterscheiden zwei Arten von Repräsentation, die die Leser*in konstruieren könnte: *textbase* und *situation model*. Zielperspektive ist allerdings eine empirische – bezogen auf die Erhebung des genannten Verständnisses. Ihre theoretischen Annahmen zu dieser Studie begründen sie in den Ausarbeitung von DIJK und KINTSCH (1983). Diese erschließen kognitive Repräsentation auf drei Ebenen: *surface form representation*; the propositional *textbase* representation (text structure); the *situation model* (or mental model). Letzteres wird explizit als a-linguistisch gekennzeichnet und reflektiert den realweltlichen Situationsbezug des Textes (Burkhardt, Détienne und Wiedenbeck 2002, S. 116). Semiotisch kann der geplante Ansatz hinsichtlich seiner drei Bereiche bis zu PEIRCE' triadischem Zeichen zurückverfolgt werden, das Repräsentamen (als Oberflächenelement), Objekt (als nicht fassbare Idee) und Symbol (als auf Konvention basierender Repräsentant des Objektes) umfasst (vgl. Peirce 1983). Dabei entspräche das Repräsentamen der Syntax, das Symbol der Semantik und die Pragmatik dem Objekt.

3.4.1. Quelltext als sprachliche Äußerung aus syntaktischer Perspektive (Q_{Sym})

Zur Entstehung des formalen Gebrauches von Symbolen kann festgehalten werden, dass der Scheitelpunkt in der Geschichte der Formalisierung die zuletzt aufgezeigte Herausbildung der Idee des operativen Symbolgebrauchs ist. Die *Grundidee der Formalisierung* besteht also in der Trennung von *Manipulation* und *Interpretation* der Symbolreihen. Formalisierung ist dem zu Folge durch folgende Aspekte gekennzeichnet:

Typographischer Symbolgebrauch Typographische Symbole erweisen sich als gewissermaßen unaussprechlich. Das räumliche Nebeneinander graphischer Zeichen findet kein Pendant im Gesprochenen, das von einem zeitlichen Nacheinander von Worten geprägt ist. Zugleich ist es bedeutsam zu betonen, dass eine strenge Linearisierung bei der Abarbeitung von formalisierten Handlungsabfolgen eingehalten werden *muss*; die Ausrichtung der Wahrnehmung ist somit eindimensional.

Schematischer Symbolgebrauch Im Kontext von Formalisierungsprozessen verfügen Handlungen nicht über den Charakter eines Narratives, sondern über ein Schema, das auf *unbegrenzte* Reproduzierbarkeit ausgelegt ist. Vom orientalischen Verfahren, über das Leibnizprogramm und Hilbertprogramm wurde schließlich die Turingmaschine als zentrales Schema der Formalisierung (und der Informatik!) entwickelt.

Interpretationsfreier Symbolgebrauch Die Interpretationsfreiheit geschieht historisch in drei Stufen von wohlbestimmten Objekte gelangte man über Variablen schließlich zu Kalkülzeichen als wesentliche Elemente einer formalisierten Sprache.

(vgl. Krämer 1988, S. 1 ff.)

Formalisierung ist die Idee, »mit Symbolen mechanisch operieren zu können« (ebd., S. 4). Menschen verhalten sich im Symbolgebrauch dazu so, als ob sie Maschinen seien. Die zentrale Art der Interaktion mit Maschinen – insbesondere Informatiksystemen – geschieht über formale Darstellungsformen als Operieren mit Symbolen. Die formalen Darstellungsformen sind hierbei stark mit dem Textbegriff konnotiert, da eine Akkumulation schriftlicher Zeichen, die auf Konvention beruhen (Symbole), allgemein als »Text« aufgefasst werden.

Nachdem der Operationsraum Schrift (vgl. 2.3.5) sowie die wissenschaftstheoretische Genese von Formalisierungsprozessen bereits betrachtet wurde, ist es nun möglich, den Fokus auf das Verhältnis »Formale Sprachen – Quelltext« zu legen, welche beide wesentliche Elemente der symbolischen Darstellungsebene in der Informatik sind. Die Darstellungsweise der formalen Sprachen umfasst u. a. Quelltext als Darstellungsform. Formale Sprachen stellen textuellen Darstellungsformen in der Informatik einen Zeichenvorrat bzw. ein Alphabet zur Verfügung: Formale Sprachen *ressourcieren* textuelle Darstellungsformen, dienen demnach als *Quelle* für diese Darstellungsformen; dieser Gedanke lässt sich im anglophonen Sprachgebrauch ebenfalls wieder finden: *source* code. Allerdings fällt auf, dass der Begriff »text« zugunsten von »code« vermieden wird¹³, wenngleich

¹³ Codes »als Folgen von Signalen in der Zeit gehören [...] zu jeder Nachrichtentechnik, jedem Übertragungsmedium« (Kittler 2003). Mit dieser Aussage zeigt KITTLER, dass der Codebegriff ein ähnlich weites semantisches Feld besitzt wie der Textbegriff.

in 3.1.1 gezeigt werden konnte, dass der Anspruch »Text« für einen Quelltext berechtigt ist. Im Deutschen wird daher synonym sowohl von Quellcode als auch Quelltext gesprochen.

Künstliche Sprachen wurden Ende des 19. Jahrhunderts im Gegensatz zu natürlichen Sprachen entwickelt – mit der Ausrichtung darauf, formale Beschreibungen von Fakten und Denkprozessen zu leisten. Diese Sprachen verfügen über einen definierten, endlichen Wortschatz und sind dabei von eindeutiger Syntax und Semantik bestimmt (vgl. Appellrath und Ludewig 1999, S. 22 f.). Zu Definition und Verhältnis künstlicher und formaler Sprachen konstatieren APPELRATH und LUDEWIG:

Die Syntax von künstlichen Sprachen wird durch sogenannte formale Sprachen über einem Alphabet beschrieben. Unter formalen Sprachen versteht man in der Informatik eine Sprache L zusammen mit einer Definitionsvorschrift, die konstruktiv ist. »Konstruktiv« bedeutet, daß die Definitionsvorschrift die Form einer sogenannten Grammatik hat, die L erzeugt, oder die Form einer Maschine, die L erkennt.

(ebd., S. 24)

Diese formalen (Programmiersprachen) zeichnen sich unter anderem durch eine differenzierte Schwerpunktsetzung des Paradigmas aus. Folgende Paradigmen sind üblich:

- imperativ
- funktional
- Logik-basiert
- objektorientiert
- regelbasiert

Die Paradigmen sind dabei nicht vollends trennscharf, sondern intendieren insbesondere eine prägende Herangehensweise an die spezifische Problemlösung. Somit verhält es sich mit den Paradigmen der Programmiersprachen ähnlich zur Art der Modellierung (wissensbasiert, objektorientiert, funktional – vgl. Humbert 2003).

Dass mittels formaler Sprachen kein Diskurs möglich ist (vgl. Krämer 1988, S. 1 f.), zeigt sich an der Linearisierung: »Die Exaktheit formaler Sprachen setzt den streng linearen Gebrauch von Symbolen voraus. Solche Symbole können nur gelesen und verstanden werden, wenn der Akt der Wahrnehmung selbst monolinear geworden ist« (ebd., S. 178). Hieran lässt sich die Bedeutsamkeit *textueller* Strukturen für die Mathematik und die Informatik aufzeigen. »Formale Sprachen sprechen nie über die wirkliche Welt im Sinne einer vorfindlichen empirischen Realität, sondern über symbolische Welten: Die Ausdrücke formaler Sprachen können sich immer nur wieder auf Zeichen(-ausdrücke) beziehen« (ebd., S. 183).

Als zentrale Ausprägung der Darstellungsweise »formale Sprache« ist die Darstellungsform Quelltext zu identifizieren. Quelltext ist ein Ergebnis von Übersetzungsprozessen¹⁴ im informatischen Modellierungskreislauf. Der Quelltext selbst wird wiederum übersetzt oder interpretiert. In diesem Zuge wird er in schriftlichen Zeichen, genauer Lettern¹⁵, formuliert. Wenngleich »ikonische« (Programmier-)Sprachen seit jeher in der praktischen Informatik eine Rolle spielen (vgl. Shu 1989), geht dieser Darstellungsweise fachlich unbestritten die textuelle Implementierung voraus. Damit ist sogar zu überlegen, ob diese »ikonischen« Programmiersprachen – i. d. R. als visuelle bezeichnet – nicht eigentlich *indexikalische* (Programmier-)Sprachen sind, weil deren bildhafte Elemente existenziell von den textuellen Elementen, aus denen heraus sie entwickelt wurden, abhängig sind.

Schließlich erweisen sich Zeichenkette und Zeichenmatrix als semiotische Basis textueller Implementierung. Dabei repräsentiert eine Zeichenkette der Länge 1 ein einzelnes Zeichen und ist semiotisch atomar. Zeichenketten werden typischerweise auf der Kommandozeile oder mit Zeileneditoren aus- und eingegeben bzw. editiert. Eine Matrix wird in diesem semiotischen (nicht mathematischen!) Zusammenhang konkret als zweidimensionales Feld von Zeichen aufgefasst, das über einen Editor zugänglich gemacht wird.

Semiotik	Werkzeug
Zeichenkette	Kommandozeile, Zeileneditor
Zeichenmatrix	Matrixeditor

Tabelle 3.9.: Semiotische Basis textueller Implementierung

Weitere *textuelle* Darstellungsformen werden in Tabelle 3.11 aufgeführt. Sie differenzieren auf der symbolischen Darstellungsebene die textuelle Darstellungsweise (vgl. Abb. 1.2) an der Grenze zur ikonischen Darstellungsebene, indem die Kategorien (rein) symbolisch und indexikalisch gebildet werden. Die Indizes hängen dabei von den Symbolen existentiell ab. Dies bedeutet, dass etwa einer Dokumentation ein Quelltext oder ein Protokoll vorausgegangen sein muss; die Dokumentation beschreibt ebendiese symbolische Darstellungsform und kann nicht ohne deren Existenz bestehen.

3.4.2. Quelltext als Dokument aus semantischer Perspektive (Q_{Sem})

Wie in 2.4 angeführt, umfasst der Dokumentbegriff nach HECKMANN und WILHELM die drei Sichtweisen Inhalt, Struktur und Form, die für die Betrachtung von Quelltext als Dokument ebenfalls herangezogen werden. Anzumerken ist, dass die Perspektiven keinesfalls als trennscharf verstanden werden dürfen – wie auch schon die übergeordnete Kategorisierung (Syntax – Semantik – Pragmatik). Die semantischen Bezüge, die sich aus

¹⁴ Zu beachten gilt, dass ein Compiler selbst auf formal-sprachlicher Darstellungsweise basiert; ANDERSEN ordnet dies semiotisch folgendermaßen ein: »the compiler is also a sign—in fact it is a meta-sign that—in some versions—very much resembles an ordinary grammar« (Andersen 2009, S. 4).

¹⁵ Hieran zeigt sich die fachliche Fundiertheit des Terminus »informatische *Literalität*«; lateinisch: *littera* – Buchstabe.

	textuelle Darstellungsform	Symbol	Index
1.	Makro-freier Text	TXT-Datei	Dokumentation
2.	Protokoll	HTTP	IP-Adresse
3.	Quellprogramm	Shell-Script	Scratch-Programm-Block
4.	Hypertext	Hypertext Markup Language (HTML)-Datei	Dokumentation

Tabelle 3.11.: Ausgewählte textuelle Darstellungsformen in der Informatik

dem Dokumentbegriff für Quelltext ergeben, werden bei den nachfolgenden Ausführungen herausgearbeitet.

Inhaltlich stellt ein Quelltext im Kontext informatischer Modellierung eine Problemlösung dar, die einem Informatiksystem zur Verarbeitung eingegeben werden kann. Der konkrete Inhalt hängt von der jeweiligen modellierten Problemsituation ab und trägt Bedeutung für den modellierten Bereich. Mit dem informatischen Modellierungskreis (vgl. Abb. 1.1) wird deutlich, dass die beiden genannten Abhängigkeiten in den realweltlichen Zusammenhang hineinragen und somit menschliche Handlungen, Gedanken usw. vorausgegangen sein oder folgen können (informatische Modellierung des Problems oder Ergebnisse der Abarbeitung der implementierten Problemlösung). Dies deutet die pragmatische Dimension von Quelltext bereits voraus, die im Abschnitt 3.4.3 eingehender ausformuliert wird.

Die Semantik eines Quelltextes als Dokument wird von einer *Struktur* geprägt, die sich aus der Betrachtung ebendieses Quelltextes als sprachliche Äußerung ergibt (vgl. 3.4.1). SAHLE führt für den Dokumentbegriff an, dass er »sowohl idealisierende als auch konkretisierende informatische Konzepte [ermöglicht]: Objekte in der Welt werden zu Dokumenten als Informationssammlungen abstrahiert, zugleich wird Information (und auch der gänzlich ideale Text) zu Dokumenten als expliziten Codierungen realisiert« (Sahle 2013, S. 37). Hierin zeigen sich erneut semantische Elemente (Informationssammlung, Dokumente als explizite Codierungen), die Quelltext als Dokument ebenfalls als eine Vorstufe der Pragmatik verstehen. Text_D adressiert in diesem Sinne die Materialität und Repräsentation eines Quelltext und impliziert, dass es ohne Dokument keinen Text gäbe. Für eine Buchseite attestiert SAHLE eine »mindestens zweidimensionale Visualität, die semiotische Muster und damit einen semantischen Gehalt indiziert« (ebd., S. 31 f.).

Hiermit wird bereits der Übergang zur Perspektive *Form* von Quelltext als Dokument eröffnet. Ein Quelltext setzt sich auf der visuellen Ebene aus Zeichen einer formalen Sprache zusammen, die zeilenweise angeordnet werden. Semantisch werden aus den Zeichenfolgen Wörter einer (z. B. Programmier-) Sprache. Ein Wort kann aber schon aus einem Zeichen bestehen (z. B. das Kommando w unter dem Betriebssystem Linux zur Anzeige, welche Benutzer*innen angemeldet sind und was sie machen); so gesehen drängt sich die Frage auf, ob ein Quelltext auch nur aus einem Zeichen bestehen kann. Mit der oben geleisteten Betrachtung der Textsorte »Quelltext« anhand konstitutiver, textlinguis-

tischer Kriterien (vgl. Tab. 3.4) wird klar, dass die Bezeichnung »(Quell-)Text« auch schon für eine Zeichenfolge bestehend aus einem Zeichen korrekt wäre. Positiv – und für die Informatik formuliert – besteht ein Quelltext aus mindestens einem Zeichen. Bei mehr als einem Zeichen kann die Anordnung in einer oder mehreren Zeilen gestaltet werden. Diese Überlegungen zur Visualität eines Quelltextes sind um den Aspekt der Interaktion zu ergänzen; denn die Ansicht, wie ein Quelltext gelesen, verfasst und bearbeitet wird, ist unmittelbar mit der *Interaktionsform* verknüpft, über die ein Mensch (sei es eine Anwender*in oder Gestalter*in) Zugriff auf den Quelltext erlangt. Damit gelangt man direkt in die informatische Teildisziplin der Mensch-Maschine-Interaktion. In diesem Kontext definiert HERCZEG Interaktionsformen folgendermaßen:

Interaktionsformen sind stereotype Abläufe zur Ein- und Ausgabe von Information, die Eingabe- mit Ausgabetechniken in definierten Abfolgebedingungen verknüpfen.

[...]

1. Deskriptive Interaktionsformen auf der Grundlage sprachlicher Beschreibungen; sie korrespondieren in hohem Maße mit Systemparadigmen, die den Computer als Kommunikationspartner präsentieren.
2. Deiktische Interaktionsformen auf der Grundlage von Zeige- und Auswahlhandlungen; sie bilden die Grundlage für die Verwendung des Computers als Handlungsraum oder Medium.

(Herczeg 2009, S. 101 f.)

Der in 3.4.1 ausgeführte Aspekt der sprachlichen Äußerung und Syntax erfährt bei deskriptiven Interaktionsformen starke Betonung. Für deiktische Interaktionsformen verweist HERCZEG vielmehr auf ikonische Elemente, Menüs, Funktionstasten, Netze als Repräsentationen zusammenhängender Inhalte (vgl. ebd., S. 105 f.), wodurch ersichtlich wird, dass deiktische Interaktionsformen einen schwerpunktmäßig semantische Orientierung aufweisen. Für die beiden Kategorien von Interaktion gelangt man unter Einbezug der *Werkzeugsicht* zu Kommandosystemen und graphischen Editoren, über die jeweils Quelltexte gestaltet – sprich: gelesen, verfasst und bearbeitet – werden können. Historisch sei darauf verwiesen, dass dieser heute präsenten Dichotomie Lochkarteneditoren vorausgingen und Zeileneditoren (mit fester Zeilenlänge) eine Zwischenposition darstellten (Heckmann und Wilhelm 1996, S. 202 ff.). Darüber hinaus sei an dieser Stelle bereits bemerkt, dass die Kombination beider Interaktionsformen als hybrid bezeichnet wird und bei der Überprüfung konkreter Werkzeuge zumeist herangezogen werden müsste. Für die theoretische Argumentation über die semantische Tragweite der Form eines Quelltextes wird aber von der Dichotomie von Deskription und Deiktik ausgegangen.

Kommando-orientierte Systeme stellen eine interpretative Form der Implementierung dar und erfordern eine fundierte Kenntnis einer formalen Sprache. Sie fungieren insbesondere als textuelle Schnittstelle zum Betriebssystem, werden aber ebenso in anderen Anwendungsfällen eingerichtet z. B. als Datenbank- oder Informationsschnittstelle.

Konzeptuell umfassen Kommandosysteme Objekte und Systemfunktionen inklusive Optionen und Parametern; dies kommt der Definition von Symbolen gleich. Historischer Hintergrund der Kommando-Orientierung ist der eines Fernschreibers, bei dem eingegebene Kommandos und Ergebnisse auf Papier ausgedruckt wurden. Dieses Verfahren simulieren heutige Informatiksysteme mit ihren Kommandosystemen ergänzt um einen Bildschirm (vgl. Herczeg 2009, S. 72 ff.). Die Eingabe der Kommandos – als semantischer Gehalt eines Quelltextes – im Sinne der Entwicklung einer Problemlösung geschieht in Dialogform. HERCZEG formuliert:

Der grundlegende Dialogablauf bei Kommandosystemen besteht meist aus der Eingabe eines Kommandos durch den Benutzer. Das Kommandosystem überprüft die syntaktische Korrektheit des Kommandos mit allen Optionen und den angegebenen, zu bearbeitenden Objekten. Im Falle einer korrekten Kommandoingabe führt das System das Kommando aus und erzeugt eine entsprechende Ausgabe, die dem Benutzer zeigen soll, dass das Kommando abgearbeitet und ein bestimmtes Ergebnis erzielt wurde. Im Falle eines falschen Kommandos gibt das System eine Fehlermeldung aus, die dem Benutzer erklären soll, warum das Kommando nicht verarbeitet werden konnte. Nach der Systemausgabe kann der Benutzer ein erneutes Kommando formulieren oder im Falle von fehlerhaften Kommandos diese korrigieren.

(ebd., S. 74)

In der Beschreibung zeigt sich, dass die Interaktion als linearer Dialog gestaltet ist, der schließlich als Liste von Kommandos und dazugehörigen Ergebnissen betrachtet werden kann.

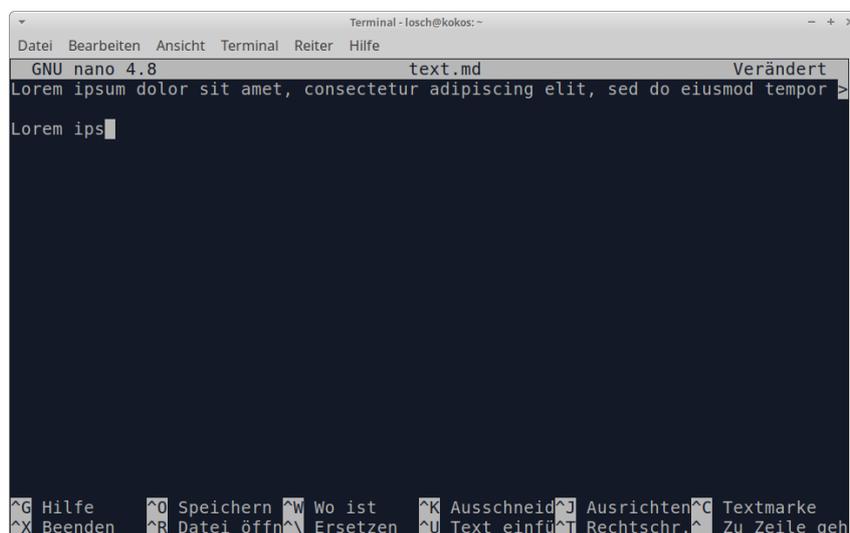


Abbildung 3.4.: Bildschirmfoto – Nano-Editor unter Linux Xubuntu 20.04

Graphische Editoren, die von einer visuellen Zweidimensionalität geprägt sind, sind deiktisch modelliert und werden u. a. als »Menü-Masken-Systeme« bezeichnet, da sie »erlauben mittels einer Menühierarchie, eine bestimmte Bildschirmmaske (Formular) zu

aktivieren, in der dann ein Satz von Daten eingegeben, gesichtet oder verändert werden kann« (Herczeg 2009, S. 75). Bei Editoren wie `nano` (vgl. Abb. 3.4) oder `kate` (vgl. Abb. 3.5) läuft die Verarbeitung von Zeichen und damit die Interaktion segment-orientiert ab, d.h. zeilen- und spaltenbasiert und damit zweidimensional. HECKMANN beschreibt diese Darstellungsweise von Editoren aus Datenstruktursicht als doppelt verkettete Liste mit Feldern von Zeichen als Elementen (vgl. Heckmann und Wilhelm 1996, S. 219). Statt aufwändig und notwendig textuell zu beschreiben, wo im Quelltext etwas modifiziert werden soll, kann durch die deiktische Interaktionsform eine unmittelbare Ansteuerung durch Zeigewerkzeuge erfolgen. Historisch war die Entwicklung dieser graphisch dominierten Werkzeuge durch vermehrte Anwendung im kaufmännischen Bereich motiviert.

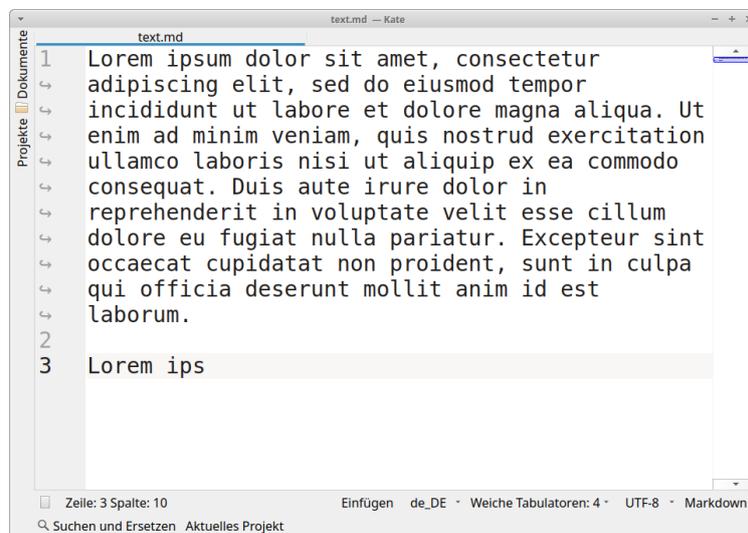


Abbildung 3.5.: Bildschirmfoto – Kate-Editor unter Linux Xubuntu 20.04

Betrachtet man Form schließlich unter dem Aspekt der Ausführungsform, gilt, zwischen Quelle und Senke informatischer Modellierung zu differenzieren: Als Quelle sind textuelle Darstellungsformen, hier insbesondere der Quelltext, zum Operieren mit Zeichen anzusehen; bei der Senke als Konsequenz im informatischen Modellierungskreis, d. h. als Resultat der Verarbeitung, ist zu unterscheiden zwischen deklarativ-statischer Übersetzung (etwa bei PlainText, $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$, Markdown oder Extended Markup Language (XML)) und ausführbar-dynamischer Übersetzung des Quelltextes (etwa ein Programm in Python, Java oder Prolog). Während bei deklarativ-statischen Übersetzungsprozessen aus dem Quelltext eine neue Form – ggf. sogar ein neues Dokument – auf dem Informatiksystem generiert wird, kann eine ausführbar-dynamischen Übersetzung jedwede Operation eines Informatiksystems zur Folge haben.

Für die in Tab. 3.9 dargestellte, semiotische Basis textueller Implementierung ergibt sich nach Betrachtung des Quelltextes als Dokument eine Erweiterung um Dialog- und Interaktionsform (vgl. Tab. 3.13).

Semiotik	Werkzeug	Dialogform	Interaktionsform
Zeichenkette	Kommandozeile, Zeileneditor	linear	deskriptiv
Zeichenmatrix	graphischer Editor	nicht-linear	deiktisch

Tabelle 3.13.: Semiotische Basis textueller Implementierung

3.4.3. Quelltext als Problemlösung aus pragmatischer Perspektive (Q_{Prag})

Betrachtet man Quelltexte aus pragmatischer Perspektive kann als Ausgangspunkt – wie zuletzt dargelegt – ein Verständnis von *Quelltext als (materielles) Dokument* (vgl. 3.4.2) gewählt werden, das von einer lesenden Person interpretiert werden kann – subjektiv. Die Auseinandersetzung mit Quelltext geschieht individuell. SAHLE betont:

In einer einfachen kommunikationstheoretischen, aber auch linguistischen Sicht formt sich der Sinn (die Idee/Intention) des Autors im Dokument signalhaft aus und wird vom Rezipienten (Empfänger) lesend reproduziert. Dass das Dokument seinen Sinn deterministisch in sich trägt, würde man heute aus einer dokumentologischen, medienkritischen oder konstruktivistischen Haltung heraus ablehnen und stattdessen eher betonen, dass der Sinn immer erst individuell beim Leser aus der Summe der wahrgenommenen und verarbeiteten Zeichen hergestellt wird. Nicht der Sinn führt zum Dokument, sondern der Leser produziert Sinn aus dem Dokument.

(Sahle 2013, S. 30 f.)

Diese Aussage impliziert, dass durch die syntaktische und semantische Durchdringung eines (Quell-)Textes in der rezipierenden Person etwas Neues (Information) entsteht. Mit dieser Eigenschaft steht Quelltext – wie man anhand der Ausführungen von SAHLE erkennt – in der Tradition gängiger Textbegriffe. Im Rahmen informatischer Modellierung kann Information, die sich aus einem Quelltext heraus entwickelt, auf Erkenntnisprozesse bezüglich einer Problembeschreibung oder -lösung bezogen werden. »Gedanken zu einem Quelltext« könnten etwa sein, dass er viel zu umständlich und umfangreich verfasst worden ist, dass die Bezeichner nicht geeignet gewählt wurden, dass die Formatierung nicht hilfreich ist, um effizient über den Text zu sprechen, oder dass die Problemstellung auf diese Weise nicht korrekt oder vollständig gelöst werden kann. Somit wird ein Quelltext von einem Menschen auf pragmatischer Sprachverarbeitungsebene interpretiert.

Ein ganz anderer Angang wäre, vom *Quelltext als primär sprachliche Äußerung* (vgl. 3.4.1) auszugehen¹⁶. Sprachliche Beschreibungen sind inhalt- und strukturgebend für ein Informatiksystem bzw. eine ausführende Einheit (z. B. einen Menschen). In einer formalen Sprache werden Kommandos an eine Instanz weitergereicht, die daraufhin eine Handlung ausführt bzw. in Gang setzt, die eine Problemlösung darstellt. Somit tritt Quelltext

¹⁶ Zum Vergleich der beiden pragmatischen Ansätze: Vgl. Tab. 3.14.

ebenfalls als Problemlösung in pragmatischer Hinsicht in Erscheinung, allerdings nicht bezogen auf einen Lese-, Verstehens- und Erkenntnisprozess, sondern quasi als Protokoll zur Handlungsanleitung. Diese führt letztlich zu einer Weltveränderung. Im Gegensatz zur individuellen Erkenntnis bei oben genanntem Ansatz wird hier eine für die Umwelt folgenreiche Modifikation implementiert. Die Person, die ausführt bzw. ein Informatiksystem auf Daten mittels Algorithmen operieren lässt, ist als Gestalter*in anzuerkennen.

Quelltext als	Wechsel der Darstellungsebene	Modellierung	Problem	Pragmatisches Ergebnis
Dokument	symbolisch → ikonisch	formales Modell	Beschreibung	persönliche Erkenntnis
sprachliche Äußerung	symbolisch → enaktiv	Konsequenzen	Lösung	Weltveränderung

Tabelle 3.14.: Quelltext als Problemlösung aus pragmatischer Perspektive

Werden die Überlegungen zur Darstellung in informatischen Bildungsprozessen (vgl. Abb. 1.2) mit dem informatischen Modellierungskreislauf (vgl. Abb. 1.1) verknüpft, erwächst daraus das Prinzip eines Darstellungsformwechsels im Rahmen informatischen Modellierens (vgl. Abb. 3.6). Realweltliche Zusammenhänge werden *formalisiert*, d.h. teilweise erst in diagrammatischer Weise, schließlich aber in einer Weise der symbolischen Ebene dargestellt; oftmals umfassen die realweltlichen Zusammenhänge Handlungen, Gegenstände oder Bilder. Im Gegensatz zur Mathematik ist in der Informatik besonders, dass die informatischen Resultate wiederum zurückwirken in die Realwelt. Beispiel: Ein Artikel in einem Möbelhaus (z. B. ein Stuhl; Darstellungsweise »Gegenstand«) wird informatisch modelliert, um ihn als Datensatz auf Informatiksystemen verfügbar zu machen; bei einer Online-Bestellung, bei der die Kund*in mit dem informatischen Modell via Informatiksystem *symbolisch* interagiert, wird dann letztlich aber der *reale* Stuhl (Darstellungsweise »Gegenstand«; Ausgangspunkt der informatischen Modellierung) geliefert.

Mit Bezugnahme auf die textlinguistischen Ausführungen (vgl. 3.1.1) treten beim Modellierungskreislauf (vgl. Humbert 2006, S. 14) insbesondere die äußerst pragmatisch veranlagten, verwenderorientierten Textkriterien Intentionalität und Akzeptabilität in einem vierstufigen Übersetzungsprozess auf: Zuerst notieren wir eine *verbal* beschriebene Problemstellung als *formalisiertes* Problem (1. Übersetzung); dieses überführen wir dann in ein formales Lösungsmodell, das z. B. durch ein Diagramm dargestellt werden kann (2. Übersetzung); diese diagrammatische Darstellungsform wird schließlich in die textuelle Darstellungsform »Quelltext« übersetzt (3. Übersetzung). Bis hierhin waren Intentionalität und Akzeptabilität, insofern es sich um Texte gehandelt hat, von Menschen an Menschen gerichtet – z. B. Schüler*innen, die untereinander über die Beschreibung der Problemstellung oder mögliche Lösungsmodelle diskutieren. Schließlich wird der Quelltext in Maschinensprache übersetzt (4. Übersetzung), wofür er entsprechende syntaktischen und ggf. semantischen Konditionen erfüllen muss; der Mensch, der den Text liest, erfasst diesen hingegen als Ganzes und operiert auf pragmatischer Ebene. Hierin zeigt sich eine *ambivalente Intentionalität* des Quelltextes als maschinen- und menschenlesbarer Text,

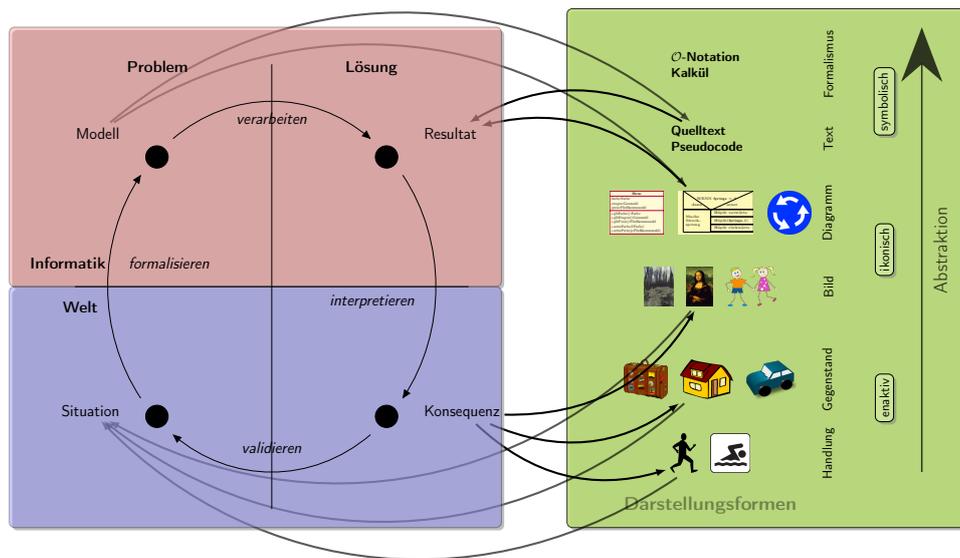


Abbildung 3.6.: Zusammenhang: Darstellungsformwechsel – informatische Modellierung

die ANDERSEN ebenso sieht: »the program text is an ambiguous sign whose contents can both be the execution and the domain« (Andersen 2009, S. 21).

Die informatiksystemische Verarbeitung von Quelltexten wurde und wird in der Informatik entwickelt; in informatischen Bildungskontexten stellt diese Verarbeitungsweise einen bedeutsamen Lerngegenstand dar. Die menschliche, kognitive »Verarbeitung« und die Produktion von Quelltext unter dem Blickwinkel der aufgezeigten ambivalenten Intentionalität ist ein spärlich bearbeitetes Forschungsfeld der Informatikdidaktik. DUTKE stellt in diesem Zusammenhang aus kognitionspsychologischer Sichtweise folgende Repräsentationsebenen eines Quelltextes auf:

1. Textoberfläche mit exaktem Wortlaut
2. Textrepräsentation, losgelöst von der spezifischen sprachlichen Kodierung
3. Modellrepräsentation
4. Kommunikationssituation

(vgl. Dutke 2012, S. 9 f.)

Diese Einteilung geht nicht nur mit den dargestellten Ansichten der Textlinguistik konform, sondern eröffnet schließlich auch eine informatikdidaktische Perspektive, die eingehender untersucht werden muss (vgl. Kap. 7).

Teil II.

Felderkundung

4. Empirisches Forschungsdesign zur Entwicklung eines hochschulischen Lehrkonzeptes

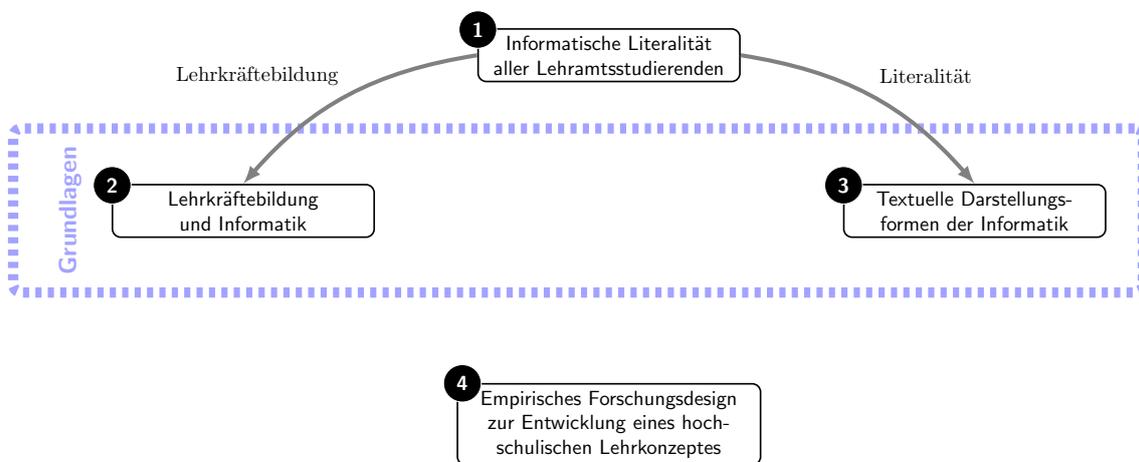


Abbildung 4.1.: Strukturskizze

Theoretische Grundlagenforschung, wie in Teil I, sollte mit dem Prozess, in dem sie generiert wird, verwoben sein. Da die Arbeit zu den Grundlagen parallel zur lehrpraktischen Gestaltung geschieht, ist es nur folgerichtig, den Einfluss, den die Reflexion der Praxis gehabt hat, möglichst offenzulegen. Daher wird in den folgenden Kapiteln der empirische Forschungszusammenhang dokumentiert.

Die Forschungsfrage FF2 »**Wie kann ein hochschulisches Lehrformat zur Förderung informatischer Literalität informatikdidaktisch gestaltet werden?**« nimmt Bezug auf Teil I dieser Arbeit: Sie verknüpft die Aspekte »Informatik – Lehrkräftebildung« und informatische Literalität zu einer lehrpraktischen Gestaltungsfrage, nämlich der Frage nach einem *Lehrkonzept*. Durch empirische Forschungselemente werden davon ausgehend Möglichkeiten herausgearbeitet, textuelle Darstellungsformen in der allgemeinen Lehrkräftebildung zu implementieren. Dazu eignet sich ein iteratives Forschungsdesign, das auf der Interventions- und Evaluationsforschung basiert. Eine Synthese aus den theoretischen Grundüberlegungen (Teil I) und dem nun folgenden, empirischen Teil (Teil II) wird in Kapitel 7 angestrebt. In diesem Forschungskontext wird keine quantitative Untersuchung bezüglich der von den Studierenden erreichten Kompetenzen vorgenommen¹.

¹ Für Vorhaben, die auf die Kompetenzmessung von Lehrkräften zielen, sei auf RUMANN und LIPKE (2024) verwiesen.

Aus Forschungssicht ergeben sich folgende der Forschungsfrage FF 2 untergeordnete Fragestellungen für den empirischen Teil dieser Arbeit:

FF 2.1 Welche Inhalte sind der Zielperspektive zuträglich?

FF 2.2 Mit welchen Methoden lässt sich die Zielperspektive umsetzen?

Hierzu zählen Kategorien wie ...

- Lehrveranstaltungs-komponenten: Vorlesung, Seminar, Übung, Tutorium, ...
- Aufgabenformate: geschlossene, offene, projektorientierte, ...
- Prüfungsmodalitäten

Um eine Untersuchung dieser Fragestellungen zu ermöglichen, wird in diesem Kapitel ein begründetes Forschungsdesign entworfen.

4.1. Gegenstände der Untersuchung

Informatische Literalität fokussiert auf die *Personen*, die zur Anwendung, Gestaltung und Entscheidung bezüglich informatischer Modellierungen befähigt werden sollen. Aus der Diskussion der Frage nach der Beziehung zwischen Informatik und Lehrkräftebildung (FF 1.1, vgl. 2) wurde ersichtlich, dass viele typische Handlungen von Lehrkräften in fächerübergreifenden und medienpädagogischen Kontexten informatischer Literalität bedürfen. In diesem Zusammenhang wurde die Schriftlichkeit als wesentlicher Gegenstand und zentrale Methode zugleich in informatischen Bildungsprozessen herausgearbeitet. Davon wurden Dokumente (aus medialer und instrumentaler Perspektive) als Ressourcen informatischer Bildungsmomente vorgeschlagen, was schließlich zur Frage nach informatischen, textuellen Darstellungsformen im Kapitel 3 führte. Die Erörterung textueller Darstellungsformen zeigte auf, dass durch Dokumente eine informatische, fachliche Breite erschlossen werden kann, die zur Förderung informatischer Literalität einen Beitrag leisten kann und zugleich, wie in diesem Kapitel zu zeigen sein wird, der lehrpraktischen Gestaltung zuträglich ist.

Um für den weiteren Verlauf einen konsistenten Begriffsapparat im Kontext hochschulischer Lehre zur Verfügung zu haben, wird der in Abbildung 4.2 dargestellte Zusammenhang konstruiert ²:

In der *Lehre* entwickeln Personen wie Dozierende geeignete *Lehrkonzepte*. Solche Lehrkonzepte verfügen über eine klar formulierte *Zielperspektive*; sie bedürfen einer *theoretischen Fundierung*, da sie im Rahmen wissenschaftlicher Lehre implementiert werden, und eines *Lehrformates* – etwa eine *Lehrveranstaltung* oder eine *Exkursion* oder *Selbststudium*. Im Falle der Lehrveranstaltung wird zwischen *Seminaren*, *Vorlesungen*, *Übungen* und *Tutorien* differenziert. Jedem Typ von Lehrveranstaltung sollten aus dem übergeordneten Lehrkonzept abgeleitete Kompetenzen zugeordnet werden, die der Entwicklung der Teilnehmenden der Lehrveranstaltung im Hinblick auf die Zielperspektive des Lehrkonzeptes zuträglich sind.

² Die Aufstellung ist *bewusst* nicht vollständig, sondern nimmt lediglich die für diese Arbeit zentralen lehrpraktischen Begriffe mit auf.

1. Lehrkonzept
 - a) Zielperspektive
 - b) Theoretische Fundierung
 - c) Lehrformat
 - i. Lehrveranstaltung
 - Seminar
 - Kompetenzen
 - Vorlesung
 - Übung
 - Tutorium
 - ii. Selbststudium
 - iii. Exkursion
2. Personen
 - a) Dozierende
 - b) Studierende

Abbildung 4.2.: Lehrpraktische Begriffe

Ausgangspunkt der Untersuchung ist ein bestehendes, studiengangübergreifendes Lehrformat (vgl. Frommer, Humbert und Müller 2012), das vor Beginn der Untersuchung aus einer um die Bearbeitung und Abgabe von Übungsblättern mit Korrekturhinweisen ergänzten Vorlesung bestand. Bei der Weiterentwicklung dieses Lehrformates wurden zwei Dimensionen in den Blick genommen: Zum einen die Überarbeitung der bestehenden Lehrveranstaltung (Vorlesung), zum anderen die Erweiterung des Lehrformates um ein projektorientiertes Zusatzangebot. Die Projektorientierung wurde durch den Forschungskontext »Kohärenz in der Lehrerbildung« der »Qualitätsoffensive Lehrerbildung« angeregt und bietet aus Sicht der Informatik und ihrer Didaktik sinnstiftende Gelegenheiten zur fachdidaktischen Anknüpfung (z. B. projektorientierter Informatikunterricht nach Humbert 2006, S. 41 ff.). Die didaktische Gestaltung des projektorientierten Lernens wird als ein zentrales Element der Untersuchung eigens in Kapitel 6 ausgeführt werden.

Bei der fachdidaktischen Gestaltung eines hochschulischen Lehrformates werden folgende Merkmale in Kapitel 5 in Betracht gezogen:

1. Zielperspektive
2. Beschreibung der Lernausgangslage (insbesondere der Lerngruppe)
3. Legitimation (fachdidaktisch/curricular)

4. Veranstaltungsentwürfe mitsamt didaktischem Kommentar zu Gestaltungsentscheidungen

Diese Merkmale lassen sich als Variablen operationalisieren: Manifeste Variable ist die Lerngruppe; unabhängige Variablen, die also durch Maßnahmen der Untersuchung (als Interventionen) angepasst werden können, sind Veranstaltungsentwurf und didaktischer Kommentar zu den Gestaltungsentscheidungen. Davon abhängige Variable hingegen ist die Förderung informatischer Literalität. Durch die Untersuchung soll die Wirksamkeit des Lehrkonzeptes exemplarisch überprüft werden. In Kapitel 7 schließt sich an die (in dieser methodischen Beschreibung fokussierten) empirischen Erhebung eine hermeneutische, textinterpretative Auswertung an. KLAFKI sieht in hermeneutisch-empirischen Verfahren ein hohes Potential für die didaktische Forschung durch

1. eine große Nähe zu Auffassungen, Motiven, Emotionen, Handlungen von Lehrenden und Lernenden sowie zur Lehre bzw. zum Unterricht.
2. Aufklärung zum alltäglichen Unterrichtsgeschehen, sodass lehrpraktische Anpassungen einfacher vorgenommen werden können.
3. größere Praxisnähe, da Betroffene nicht nur »Objekte«, sondern den Forschungsprozess mitbestimmende »Expert*innen« sind.

(vgl. Klafki 2019, S. 101)

4.2. Interventions- und Evaluationsforschung

Die hier vorgeschlagene Untersuchungsart der Evaluation gelangt insbesondere auch bei Interesse an Veränderungsprozessen zum Einsatz. Die Weiterentwicklung der Lehre ist von einer Begleitforschung mit formativer Evaluation geprägt (Bortz und Döring 2006, S. 109 f.). Operationalisierung von Maßnahmewirkungen bedeutet im Zusammenhang dieses Forschungssettings, dass die Ausprägung der abhängigen Variable (Förderung informatischer Literalität) für einzelne Stufen der unabhängigen Variablen (Veranstaltungsentwurf mitsamt didaktischem Kommentar zu Gestaltungsentscheidungen) die Wirkung der Maßnahme aufzeigt. Die nachfolgenden Stufen entsprechen mehreren Iterationen in einem zyklischen Forschungsprozess:

Entwicklung einer Maßnahme Als Maßnahme zählt in diesem Zusammenhang die fachdidaktische Gestaltung einer allgemeinbildenden Informatiklehreveranstaltung, die die o. g. Zielperspektive adressiert.

Datenerhebung Die Datenerhebung geschieht über schriftliche Befragung der Teilnehmenden der Veranstaltung. Die Befragungen sind z. T. quantitativ, i. W. aber *qualitativ* angelegt durch offene Fragen bzw. Aufgabenformate mit Freitext. Für jeden Veranstaltungsdurchgang wurde eine Ein- und eine Ausgangsbefragung (pre-post) vorgenommen. Für die ersten beiden von insgesamt vier evaluierten Durchgängen liegen Zwischenbefragungen (midterm) vor.

Auswertung Die Auswertung der Befragungen ist einerseits als Vergleich im Rahmen der pre-post-Tests vorgesehen; andererseits werden schriftliche Befragungselemente

mit der qualitativen Inhaltsanalyse nach MAYRING (1999) ausgewertet – diese sind insbesondere den Zwischenbefragungen entnommen.

Rückkoppelung zur Theorie Der Schritt der Rückkoppelung zur Theorie dient der Herstellung von Bezügen und Identifikation von Herausforderungen bzw. Widersprüchen zu den theoretischen Überlegungen der für die befragte Kohorte vorgenommenen, fachdidaktischen Gestaltung.

Überarbeitung der Maßnahme Die entwickelte Maßnahme wird durch eine angepasste fachdidaktische Gestaltung des Lehrformates neu aufgelegt und der Zyklus beginnt wieder von vorne.

Zur Kontrollgruppe bieten BORTZ und DÖRING fünf Varianten (vgl. Bortz und Döring 2006, S. 17); für die vorliegende Arbeit ist folgende Kombination dieser Varianten zur Sicherung der Qualität tragfähig: Die *Intensität* der Maßnahme wird künstlich (durch den Veranstaltungsplanenden/Lehrenden) sowie natürlich (jeweils neue Lerngruppe) in einem zyklischen Prozess variiert. Die Maßnahmen werden dabei miteinander verglichen (vgl. Abstimmung von Maßnahme und Wirkung ebd., S. 127).

4.3. Forschungsperspektiven zur Vorlesung

In diesem Abschnitt wird der iterative Forschungsprozess dokumentiert, in dessen Rahmen die Vorlesung »Informatik im Alltag« über drei Jahre hinweg weiterentwickelt wurde. In diesem Zeitraum sind drei Vorlesungen konzipiert worden (Vorlesung V_1 , V_2 und V_3 ; vgl. Tab. 4.2). Ausgangspunkt des Forschungsprozesses war die Vorlesung V_0 . Nach einer Analyse der dadurch gegebenen Ausgangslage, die sich in den vorausgehenden Abschnitten dieses Kapitels gezeigt hat, schließt sich in jeder Iterationsstufe die Planung und Durchführung einer Intervention in Form der Modifikation der Vorlesung (im Wintersemester) an. Diese wird wiederum von einer Evaluation begleitet, die im jeweiligen folgenden Sommersemester ausgewertet und vor dem Hintergrund der Gesamtentwicklung der Lehrveranstaltung interpretiert wird. Diese Überlegungen verdichten sich dann zum einen zur Vorbereitung der nächsten Intervention; zum anderen werden die dokumentierten und ausgewerteten Erfahrungen im Lichte der im ersten (theoretischen) Teil dieser Arbeit gewonnenen Erkenntnisse reflektiert. Die Auswertung dessen wird im dritten Teil dieser Arbeit (Transfer) verortet sein.

Die *studentische* Perspektive auf die Veranstaltung wird im pre-post-Design mittels qualitativer, schriftlicher Befragung – sprich mit einer Eingangs- und einer Ausgangsbefragung – erhoben über alle drei Durchgänge V_1 bis V_3 ; für die Pilotierung in Vorlesung V_1 wurde die Befragung dabei als Reflexionselement nach etwa zwei Dritteln der Veranstaltung implementiert. Im Anschluss fand eine Diskussion zur Gesamtveranstaltung in dialogischer Hörsaalsituation statt. Dazu wurden zwei Leitfragen formuliert – zum einen nach dem Verhältnis von inhaltlicher Tiefe und thematischer Breite zum anderen nach Aufwand, Ablauf sowie Organisation der Veranstaltung. Abschließend konnten sowie bei den Ein- und Ausgangsbefragungen die Forschungselemente hinsichtlich aktueller Umgestaltungen und Gesamtkonzept unter Zuhilfenahme qualitativer Inhaltsanalyse nach MAYRING (1999) ausgewertet werden; konkret wurden Zusammenfassun-

Vorlesung	Bedeutung	Maßnahmen	Wintersemester
V ₀	Vorläufer	Ausgangslage (Analyse)	2017/2018
V ₁	Durchgang 1 (vgl. Losch, Humbert, Friedhoff u. a. 2018–2019)	1. Intervention 1. Evaluation	2018/2019
V ₂	Durchgang 2 (vgl. Losch, Humbert, Savvidis u. a. 2019–2020)	2. Intervention 2. Evaluation	2019/2020
V ₃	Durchgang 3 (vgl. Losch, Humbert, Eicker u. a. 2020–2021)	3. Intervention 3. Evaluation	2020/2021

Tabelle 4.2.: Übersicht der einzelnen Durchgänge zur Weiterentwicklung der Lehrveranstaltung

gen der einzelnen Erhebungen vorgenommen und induktive Kategorien gebildet, welche schließlich einer Häufigkeitsanalyse unterzogen wurden (Mayring 1999, S. 67 ff.).

4.3.1. Lernausgangslage: Personen, Einstellungen, fremde Fächer

Bei der Untersuchung der Lernausgangslage (vgl. Abschnitt 5.2) der teilnehmenden Studierenden (vgl. Tab. 4.3) geht es darum, herauszuarbeiten, inwieweit diese in ihren primär studierten Fächern Strukturen und Modelle (LS1) wahrnehmen. In diesen Strukturen und Modellen werden typischerweise mögliche, informatische Anknüpfungspunkte ausgeprägt. Auch ist von Interesse, ob sich bei den Teilnehmenden die Sichtweise auf die Fachdidaktik der primär studierten Fächer ändert (LS2), da die Informatik-Lehrveranstaltung zahlreiche Strukturen und Modelle in der Lebenswelt der Studierenden aufschließt. Ein Transfer auf die eigenen Fächer wäre demnach denkbar. Die Annahme lautet daher, dass die Studierenden nach der Veranstaltung verstärkt Strukturen und Modelle in den eigenen Fächern erkennen. Die seitens der Studierenden vorab vermuteten bzw. nach Veranstaltungsbesuch erkannten Gemeinsamkeiten und Differenzen zwischen dem primär studierten Fach und der Informatik (LS3) können einen Aufschluss darüber geben, wo die Studierenden fachindividuelle Anknüpfungspunkte sehen und ob sie am Ende verstärkt solche Anknüpfungen wahrnehmen. Die Frage nach informatischen Werkzeugen und Methoden (LS4) zielt insbesondere auf die Erhebung der Vorerfahrungen der Studierenden ab; interessant ist in diesem Zusammenhang auch zu beobachten, ob und wie die Studierenden eine Verbindung zwischen informatischen Werkzeugen bzw. Methoden und Informatiksystemen herstellen.

Item	Konstrukt	Fragen	Erhebungen
LS1	Einschätzungen zu Strukturen und Modellen in den Fächern	a) <i>Liegt der Fachwissenschaft dieses Faches (oder auch nur einer Teildisziplin) ein objektives Regel- oder Normensystem zugrunde? Falls ja, beschreiben Sie kurz, worin dieses System besteht und ggf. um welche Teildisziplin es sich handelt.</i> b) <i>Gibt es bestimmte Strukturen und/oder Modelle aus diesem Fach, die auf andere Fächer übertragbar sind? Falls ja, beschreiben Sie diese kurz.</i>	pre-post: 2017
LS2	Änderung der Sichtweise auf die eigene Fachdidaktik	<i>Gehen Sie davon aus, dass die Veranstaltung die Sicht auf die Fachdidaktik(en) Ihrer Fächer ändern wird?</i>	pre-post: 2019, 2020
LS3	Differenzen zur und Gemeinsamkeiten mit Informatik	<i>Beschreiben Sie Differenzen und/oder Gemeinsamkeiten zwischen den Fachinhalten bzw. -methoden Ihrer Fächer und der Informatik.</i>	pre-post: 2018, 2019, 2020
LS4	Informatische Werkzeuge/Methoden	<i>Verwenden Sie bei der Arbeit in Ihren Fächern informatische Werkzeuge und/oder Methoden und/oder Modelle? Wenn ja, welche?</i>	pre-post: 2018, 2019, 2020

Tabelle 4.3.: Lernausgangslage der Studierenden: Informatik und das eigene Fach, die eigene Fachdidaktik

4.3.2. Veranstaltungsentwurf: Inhalte, Gegenstände, Themen

Die Weiterentwicklung des Veranstaltungsentwurfs und seiner didaktischen Begründung (vgl. Abschnitte 5.4, 5.5, 5.6) nimmt zunächst *Informatik als Wissenschaftsdisziplin* aus Sicht der fachfremden Studierenden in den Blick (vgl. Tab. 4.4). Hierbei werden die studentischen Eindrücke vom Fach Informatik (IW 1) erhoben, ebenso wie Selbsteinschätzungen zu Fähigkeiten in den Inhaltsbereichen der GI-Empfehlungen für Bildungsstandards (Gesellschaft für Informatik e. V. 2008). Schließlich wird das Maß an Zustimmung mit folgenden Aussagen über Informatik erfasst:

- »Mir hilft Informatik bei der Bewältigung alltäglicher Lebenssituationen (z. B. Einkaufen, Freizeit, Medizin ...).«
- »Die Verschlüsselung meiner Nachrichten (z. B. E-Mail, Messengerdienste) ist mir wichtig.«
- »Jede*r soll programmieren können.«
- »Informatik führt zu einem besseren Verständnis der Welt.«

- »Informatik dient der allgemeinen Bildung, die Lehrkräfte vermitteln sollen.«

Eine Begründung für die Auswahl dieser konkreten Aussagen bietet RUMM (vgl. Rumm 2020, S. 26 ff.). Ziel ist es, zu erheben, inwieweit sich vom Anfang bis zum Ende der Veranstaltung die Ansicht der Studierenden bezüglich der dargestellten Aussagen ändert.

Item	Konstrukt	Fragen	Erhebungen
IW1	Eindrücke vom Fach Informatik	<i>Beschreiben Sie Ihre Eindrücke vom Fach Informatik.</i>	mid-term: 2017, 2018; Losch und Humbert 2019
IW2	Einschätzungen zum Fach Informatik	<i>Bitte geben Sie Ihre Einschätzung zu Ihren eigenen Kenntnissen in den genannten Bereichen an. [Inhaltsbereich]</i>	pre-post: 2018, 2019; Rumm 2020
IW3	Aussagen zur Informatik im persönlichen Alltag der Studierenden		pre-post: 2018, 2019; Rumm 2020

Tabelle 4.4.: Informatik als Wissenschaft

In einem zweiten Schritt geht es bei den Veranstaltungsentwürfen darum, die Einschätzungen der Studierenden zu den lehrpraktischen Entwicklungen des jeweiligen Durchganges zu erfassen (vgl. Tab. 4.5), also zur je aktuellen, konkreten Informatik-Lehrveranstaltung als Lehrformat im Lehrkonzept. Dabei werden studentische Erfahrungen allgemeiner Art mit der Lehrveranstaltung (IL 1) erhoben. Zudem werden die Relevanz (IL 2) Verständlichkeit (IL 3) der einzelnen Vorlesungsthemen erhoben.

Item	Konstrukt	Fragen	Erhebungen
IL1	Erfahrungen mit der Veranstaltung	a) <i>Beschreiben Sie Ihre Erfahrungen mit der Veranstaltung »Informatik im Alltag«.</i> b) <i>Haben Sie allgemeine Rückfragen oder Bemerkungen zur Veranstaltung »Informatik im Alltag«?</i>	mid-term: 2017, 2018; Losch und Humbert 2019
IL2	Relevanz		Instituts- evaluation: 2018, 2019
IL3	Verständlichkeit		Instituts- evaluation: 2018, 2019

Tabelle 4.5.: Informatik-Lehrveranstaltung

4.4. Qualitative schriftliche Befragung in Vorlesung und projektorientierter Erweiterung

Wenn Teilnehmende einer Untersuchung schriftlich vorgelegte Fragen (z. B. in Form eines Fragebogens) selbständig schriftlich beantworten, spricht man von einer schriftlichen Befragung. Zu den offenen schriftlichen Befragungen zählen Aufsatz- und Tagebuchschreiben zu einem vorgegebenen Thema. Alternativ zu postalischen Befragungen werden immer häufiger auch computervermittelte Befragungen durchgeführt, um etwa räumlich verstreute Personen erreichen zu können. Onlinebefragungen lassen sich danach unterscheiden, welcher Internetdienst zur Verteilung des Fragebogens eingesetzt wird (vgl. Bortz und Döring 2006, S. 252, 260). Qualitative Forschungselemente sind LS 1 – LS 4 (vgl. Tab. 4.3), IW 1 (vgl. Tab. 4.4), IL 1 (vgl. Tab. 4.5) sowie PJ 1 – PJ 5 (vgl. Tab. 4.6); quantitativ angelegt hingegen sind IW 2 und IW 3 (vgl. Tab. 4.4) sowie IL 2 und IL 3 (vgl. Tab. 4.5).

Die *Vorteile* einer schriftlichen Befragung zeigen sich in einer hohen Standardisierung hinsichtlich des Befragungsinstrumentes, was eine hohe Strukturierbarkeit der Befragungsinhalte erfordert, zudem wird der steuernde Eingriff einer interviewenden Person obsolet. Eine schriftliche Befragung wird gemeinhin als »anonymer« wahrgenommen, was der Bereitschaft zu ehrlichen Angaben und der gründlichen Auseinandersetzung mit den Fragen zuträglich ist. Schriftliche Äußerungen sind schließlich weniger spontan, besser durchdacht und umfassender. Als *nachteilig* zu bezeichnen ist die unkontrollierte Erhebungssituation bezüglich einer vorgegebenen Reihenfolge der Beantwortung der Fragen und wie viel Zeit die Bearbeitung der einzelnen bzw. gesamten Fragen in Anspruch genommen hat. Bei Befragungen, die nicht vor Ort durchgeführt wurden, bleibt zumeist unklar, wer die Fragen tatsächlich beantwortet hat. Das Anfertigen schriftlicher Äußerungen wird als anstrengender und schwieriger erlebt als mündliche Äußerungen (ebd., S. 237, 252, 260). Für die geplante Untersuchung wird darauf geachtet werden, dass die Reihenfolge der Beantwortung der Fragen keine zentrale Rolle spielt. Ebenso wird der Faktor Antwortzeit nicht im Zentrum stehen.

Die Gestaltung der Befragungssituation und die Begleitumstände beim schriftlichen Antworten obliegen in höherem Maße den befragten Personen, sodass sich insgesamt das Spannungsfeld zwischen Offenheit und Unkontrolliertheit der Erhebung auftut. Halbstandardisierte schriftliche Befragungen operieren daher z. B. mit offenen Fragen (ohne vorgegebene Antwortmöglichkeiten). Probanden seien eher bereit für mündliche Stellungnahmen als zu schriftlichen Ausarbeitungen (Aufsätzen, Erörterungen etc.). Dieser Herausforderung wird in den geplanten Untersuchung durch eine entsprechende zeitliche Würdigung begegnet (Ausfüllen von Befragungselementen in der Zeit der Präsenzvorlesung oder anteilige Anrechnung auf ECTS zu Veranstaltungselementen) (ebd., S. 260, 308).

Für die Projektorientierung werden die in Tab. 4.6 dargestellten Konstrukte als einschlägig zur Vertiefung informatischer Methoden betrachtet. Eine Schilderung der Studierenden von ihrer Planung und Durchführung der Projektarbeit (PJ 1) könnte Aufschluss darüber liefern, inwieweit die Studierenden mit den ihnen zugemuteten Aufgaben zurecht gekommen sind, inwiefern sie Hilfestellung gesucht und gefunden haben und vor al-

Item	Konstrukt	Fragen	Erhebungen
PJ 1	Projektplanung und -durchführung	<i>Wie bewerten Sie Planung und Durchführung Ihrer Projektarbeit – also den Gesamtablauf?</i>	2018, 2019, 2020
PJ 2	Kommandozeile	<i>Wie haben Sie die Arbeit mit der Kommandozeile wahrgenommen? Was bringt Ihnen dieser textuelle Zugang zu einem Informatiksystem (persönlich/beruflich/...)?</i>	2018, 2019, 2020
PJ 3	Quelltext	<i>Wie haben Sie die Arbeit mit der Auszeichnungssprache \LaTeX* wahrgenommen? Was bringt Ihnen dieser textuelle Zugang zu einem Informatiksystem (persönlich/beruflich/...)?</i>	2018, 2019, 2020
PJ 4	Technische Infrastruktur	<i>Wie gestaltete sich Ihre Arbeitsweise über git? Wie erscheint Ihnen die Sprache Markdown? Welche weiteren Werkzeuge oder Dienste (Suchmaschinen, Foren etc.) haben Sie im Seminar-kontext hinzugezogen?</i>	2018, 2019, 2020
PJ 5	Persönlicher Kompetenzzuwachs	<i>Sehen Sie für sich einen Kompetenzzuwachs? Wenn ja, worin liegt dieser begründet?</i>	2018, 2019, 2020

* Vgl. im Glossar: » \TeX – \LaTeX «.

Tabelle 4.6.: Projektorientierung

lem welche Bedeutung das *projektorientierte* Arbeiten für sie hat. Die Items PJ 2 und PJ 3 adressieren hinsichtlich ihrer theoretischen Fundierung konkrete Bezüge zu Kapitel 3: Die dahinterliegende Frage ist, wie die Kommunikation mit Informatiksystemen über rein textuelle Schnittstellen (Kommandozeile, Quelltext) wahrgenommen wurde. Im ersten Durchgang waren PJ 2 und PJ 3 noch nicht differenziert. In Abgrenzung zu den vorausgehenden Items bildet die Angabe zum Umgang mit der »technischen Infrastruktur« eine Aufforderung an die Studierenden darzulegen, wie sich ihre Erfahrung und Arbeitsweise mit verschiedener Hard- und Software auf Informatiksystemen im Rahmen des Projektseminars gestaltet hat. Schließlich werden die Studierenden um die Einschätzung des persönlichen Kompetenzzuwachs (PJ 5) gebeten, um unmittelbar zu erfassen, ob und – wenn ja – was den Studierenden die Erarbeitung informatischer Methoden und Gegenstände im Projektseminar anhand der informatischen Modellierung von Dokumenten für eigene persönliche oder studienbezogene Kontexte gebracht hat.

4.5. Qualitative Inhaltsanalyse der projektorientierten Erweiterung

Die Inhaltsanalyse kann nicht als Standardinstrument immer gleichen Aussehens verstanden werden; sie muss sowohl an den konkreten Gegenstand als auch an das jeweilige Material angepasst sein. Ihre Konstruktion ist dabei auf die Berücksichtigung einer spezifischen Fragestellung ausgerichtet. Dazu wird im Vorhinein ein Ablaufmodell entwickelt (vgl. Mayring 1999, S. 49). Im Zentrum der Analyse stehen schließlich aus dem Material entwickelte Kategorien.

4.5.1. Bestimmung des Ausgangsmaterials

Beim Ausgangsmaterial der qualitativen Inhaltsanalyse handelt es sich um von Studierenden verfasste Texte, die zur Reflexion des absolvierten Projektseminars dienen. Das Material teilt sich in zwei Durchgänge, die ein Jahr auseinanderliegen. Die fachdidaktische Gestaltung der Maßnahmen wird in Kapitel 6 ausgeführt. Die Erhebungsmethode qualitativer schriftlicher Befragung liefert schriftliche, computervermittelte Texte als empirische Datenbasis für die qualitative Inhaltsanalyse. Diese Datenbasis kann zweifelsohne als sprachliches Material bezeichnet werden und stellt damit den Gegenstandsbezug der Technik »Qualitative Inhaltsanalyse« sicher. Welche Art von qualitativer Inhaltsanalyse herangezogen werden sollte, wird im Folgenden weiter ausgeführt. Verfasser sind Studierende des Projektseminars, die das Seminar formal abgeschlossen haben (Leistungsnachweis erbracht). Handlungshintergrund ist die genannte Reflexion des projektorientierten Lehrformates zur Vertiefung informatischer Methoden. Die Studierenden haben das für sie fachfremde Modul aus der Informatik abgeschlossen und sind damit vom Druck der Erbringung eines Leistungsnachweises befreit. Die Rückmeldung bzw. Reflexion basiert damit eindeutig auf Freiwilligkeit. Die Zielgruppe, in deren Richtung das Material verfasst wurde, sind sowohl die Studierenden selbst als auch die dozierende Person, denn zum einen handelt es sich um eine Selbstreflexion; zum anderen ist für den Dozierenden eine ausführliche qualitative Evaluation des Lehrformates möglich. Die konkrete Entstehungssituation und sich daraus ergebende formale Charakteristika des Materials lassen sich, wie folgt, zusammenfassen: Die Texte wurden dezentral und mit Informatiksystemen verfasst. Dazu wurde ein web-basiertes Synchronisations- und Kollaborationswerkzeug des lokalen Hochschulstandortes eingesetzt (Basic Support of Cooperative Work (BSCW) bzw. gitlab). Das Verfassen der Texte erfolgte im Format einer \LaTeX -Datei, da dies das für die Studierenden aus dem Seminkontext vertraute Format war. Sie waren zuvor dazu angehalten, in \LaTeX einen Projektbericht zu ihren informatischen Modellierungsprojekten zu verfassen. Die Reflexion stellt ein Kapitel dar, das erst im Nachgang zur Leistungsbescheinigung ergänzt werden sollte.

4.5.2. Fragestellung der Analyse

Ausgehend von dem einfachen inhaltsanalytischen Kommunikationsmodell in Abbildung 4.3 muss zunächst die Richtung der Analyse bestimmt werden. Gegenstand des

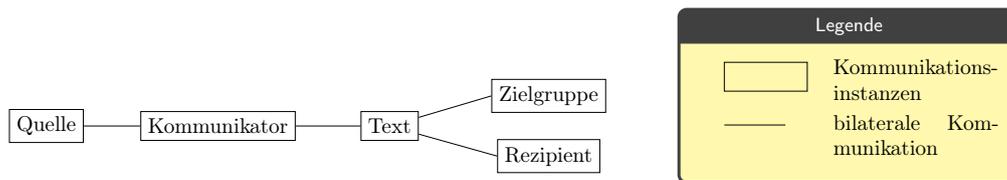


Abbildung 4.3.: Einfaches inhaltsanalytisches Kommunikationsmodell (nach Mayring 1999, S. 56, basierend auf Lagerberg 1975)

Textes (Text) ist die Beschreibung der Studierenden (Kommunikator*innen) ihrer Erfahrungen (Quelle) mit der projektorientierten Lehrveranstaltung. Die Auswertung soll im Kontext der Wirkung der Maßnahmen zur Entwicklung des Lehrkonzeptes (vgl. 4.2) angelegt sein und vorgenommen werden. Die Fragen »Welche Wirkung der Projektorientierung lässt sich bei den Studierenden erkennen?« und »Welche Wirkung der (quell-)textbasierten, informatischen Modellierung von Dokumenten lässt sich bei den Studierenden erkennen?« decken im Sinne einer theoriegeleiteten Differenzierung zwei Forschungsareale dieser Arbeit ab: Einerseits wird der Forschungsfrage FF 2.2 »Mit welchen Methoden lässt sich die Zielperspektive umsetzen?« im Sinne der Weiterentwicklung eines studiengangübergreifenden Lehrformates zur informatischen Bildung damit Rechnung getragen; andererseits werden durch die Frage nach der (quell-)textbasierten, informatischen Modellierung von Dokumenten die Ergebnisse aus den Kapiteln 2 und 3 berücksichtigt und mit empirischen Verfahren verknüpft, sodass im dritten Teil dieser Arbeit die entwickelte Theorie durch die im Rahmen dieser qualitativen Untersuchung stattfindenden Felderkundung erfahrungsbasiert hinsichtlich ihrer fachdidaktischen Angemessenheit »kalibriert« werden kann. In diesem Prozess können informatikdidaktische Gestaltungsentscheidungen im Lehrkonzept aufgrund der im ersten Teil gewonnenen theoretischen Ansichten reflektiert werden.

4.5.3. Ablaufmodell der Analyse

Das Ablaufmodell ist darauf ausgerichtet, systematisch Kategorien zu bilden, die den empirischen Sachverhalt (Wirkung des Projektseminars) beschreiben. Nach MAYRING sind drei Interpretationsformen bei der qualitativen Inhaltsanalyse unterscheidbar: Zusammenfassung, Explikation, Strukturierung. Die Analysetechnik in diesem Setting soll induktiv und von der *zusammenfassenden* Inhaltsanalyse bestimmt sein, deren Ablaufmodell MAYRING in mehreren Schritten organisiert und die eine Auswertung des Materials in strukturierter, analytischer und transparenter Weise ermöglicht (vgl. Mayring 1999, S. 68). Die inhaltsanalytische Vorgehensvariante der Strukturierung wäre nicht geeignet für den Forschungskontext, da die Struktur der Texte bereits stark durch die Fragestellung vorgegeben war und eine Wiederentdeckung der Struktur nicht sinnvoll erscheint. Die Explikation wäre eine interessante, doch durchaus komplexe Alternative. Da die Studierenden an mehreren Lehrformaten im Rahmen des Lehrkonzeptes teilnehmen, könnten Verknüpfungen zwischen konkreten Ereignissen oder Erkenntnissen entwickelt werden. Diese entsprächen aber nicht dem Fokus dieser Arbeit.

Definition der Analyseeinheiten

Kodiereinheit »Die Kodiereinheit legt fest, welches der kleinste Materialbestandteil ist, der ausgewertet werden darf und was der minimale Textteil ist, der unter eine Kategorie fallen kann« (vgl. ebd., S. 59). Die Kodiereinheit ist jede vollständige Aussage über Erfahrungen, Bewertungen oder Wirkungen des Projektseminars und seiner Gegenstände und Methoden.

Kontext- bzw. Auswertungseinheit »Die Kontexteinheit legt den größten Textbestandteil fest, der unter eine Kategorie fallen kann. Die Auswertungseinheit legt fest, welche Textteile jeweils nacheinander ausgewertet werden« (vgl. ebd., S. 59). Bei zusammenfassenden Inhaltsanalysen fallen Auswertungs- und Kontexteinheit zusammen. Das Material teilt sich nach dem Erhebungszeitpunkt und es wird ein zweistufiger, chronologischer Durchgang durch das Material durchgeführt.

Weitere Schritte

Die weiteren Schritte der zusammenfassenden Inhaltsanalyse orientieren sich exakt an MAYRINGS Vorgehen (vgl. ebd., S. 70):

Z1-Regeln Paraphrasierung der inhaltstragenden Textstellen

Z2-Regeln Bestimmung des angestrebten Abstraktionsniveaus und Generalisierung der Paraphrasen unter diesem Abstraktionsniveau

Z3-Regeln Erste Reduktion durch Selektion, Streichen bedeutungsgleicher Paraphrasen

Z4-Regeln Zweite Reduktion durch Bündelung, Konstruktion, Integration von Paraphrasen auf dem angestrebten Abstraktionsniveau

Anschließend werden die neuen Aussagen als Kategoriensystem zusammengestellt. Dieses entwickelte Kategoriensystem wird nach Fertigstellung am Ausgangsmaterial überprüft.

4.6. Methodologische Diskussion

Schaut man die mehrjährige Beforschung einer Lehrveranstaltung als Setting der empirischen Untersuchung an, so tritt folgende methodische Alternative in Erscheinung: Einerseits könnte man den Forschungsprozess grundsätzlich an Iterationsstufen, also jahrgangsweise, chronologisch, ausrichten. Der Vorteil läge hier eindeutig darin, dass die zeitliche Abfolge transparent würde und die sukzessive Weiterentwicklung gut im Blick behalten werden könnte. In jeder Stufe wird die Gesamtentwicklung ersichtlich. Nachteilig wäre jedoch, die enorme Vermischung der Gegenstände (bestehendes Lehrformat und Neuentwicklung) sowie der Methoden (mixed methods und qualitativ). Querverbindungen könnten nur mittelbar aufgezeigt werden, da Entwicklungen z. B. zu Einschätzungen der Studierenden im Text weit auseinanderlügen. Wenn man nun andererseits aber eine Orientierung des Forschungsprozesses an Gegenständen vornähme, wäre ein expliziter

Fokus auf die Überarbeitung des Bestandslehrformates bzw. Neuentwicklung eines Zusatzlehrformates gesetzt. Methodisch gleichsam erhobene Daten würden nicht zwangsweise verteilt werden und verschiedene Erhebungsinstrumente (und deren Entwicklungen) könnten an Einfluss gewinnen. Als Nachteil ist vor allem anzusehen, dass der Iterationszyklus von drei Jahren je Gegenstand bzw. Aspekt, d. h. womöglich abschnittsweise, immer wieder durchlaufen werden muss. Aus obigen Darstellungen zur Methodik des empirischen Forschungsvorhabens lässt sich schlussfolgern, dass in 5.2 überwiegend der Gegenstandsorientierung gefolgt wird, wohingegen die Dokumentation von Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung der drei Vorlesungsdurchgänge in drei Iterationsstufen geteilt wird. Diese iterativ-chronologische Struktur wurde dort angelegt, um die Entwicklung zwischen den *Inhalten* der einzelnen Durchgänge, die zentralen Elemente der übergeordneten Forschungsfrage FF 2.2 sind, deutlicher zu machen.

Eine Relativierung der aufgezeigten Problematik findet sich in folgender Aussage:

Lineare Modelle des Forschungsablaufs (z. B. erst Exploration, dann Explanation) sind stets nur Ausschnitte eines iterativen Prozesses wissenschaftlichen Arbeitens, d. h., es gibt weder einen Anfangspunkt, von dem man voraussetzungslos »neu« beginnen kann, noch einen ultimativen Endpunkt, an dem die »Wahrheit« gefunden ist; stattdessen werden mit dem Ziel der Annäherung an den Forschungsgegenstand dieselben Stationen mehrfach durchlaufen. Dabei sollte man zu jedem Zeitpunkt offen bleiben und bereit sein, Theorien, Untersuchungsmethoden und Datenmodelle zu modifizieren und zu revidieren.

(Bortz und Döring 2006, S. 357)

Bezüglich der Interventions- und Evaluationsforschung gilt es festzustellen, dass eine Trennung von entwickelnder, implementierender und bewertender Person der Maßnahme(n) empfehlenswert wäre, dies werde aber praktisch oft von einer Evaluator*in umgesetzt (vgl. ebd., S. 99). Auch in diesem empirischen Forschungsvorhaben fallen Entwicklung, Implementierung und Evaluation auf eine Person, nämlich den Verfasser dieser Arbeit. Externe Evaluator*innen sind selten in spezifische Details eingeweiht, die sich auf ein Anwendungsgebiet in der Praxis beziehen – gerade bei der Gestaltung von Lehre (vgl. ebd., S. 100).

Wenn man die Beforschung informatikdidaktischer Gestaltung von Lehre in den Blick nimmt, hat sich das Modell der didaktischen Rekonstruktion für den Informatikunterricht (Diethelm u. a. 2011) in anderen, informatikdidaktischen Forschungszusammenhängen bereits bewährt (vgl. Grillenberger 2019, S. 9 ff.) – insbesondere auch wenn es darum geht, den Forschungsprozess der Entwicklung, Implementierung und Evaluation von Lehrelementen zu strukturieren. Damit stellt die didaktische Rekonstruktion eine Alternative zu dem gewählten Angang dar, der von der Strukturierung eines Unterrichtsentwurfes (Ziel, Lernausgangslage, Legitimation, Verlaufsplan) geprägt ist.

Für das Verfahren der qualitativen Inhaltsanalyse wird m. E. eingewandt, dass Kategorien eine Zergliederung bei der Analyse bewirken, die einem ganzheitlichen Verstehen des Ausgangsmaterials im Wege stünde (vgl. Mayring 1999, S. 50). Hier zeigt sich wiederum

ein Potential darin, dass dieselbe Person evaluiert und interveniert, da die Entwicklung der Befragten, die in den erhobenen Fällen bzw. Texten resultiert, über den Zeitraum der gesamten Lehrveranstaltung wahrgenommen werden konnten; zudem ist der Primat der Theorie, deren Entwicklung im ersten Teil der Arbeit bereits vorangetrieben wurde, bei den gewählten, spezifischen Verfahren der zusammenfassenden Inhaltsanalyse im Zweifel zu Rate zu ziehen.

5. Fachdidaktische Gestaltung einer studiengangübergreifenden Hochschullehrveranstaltung

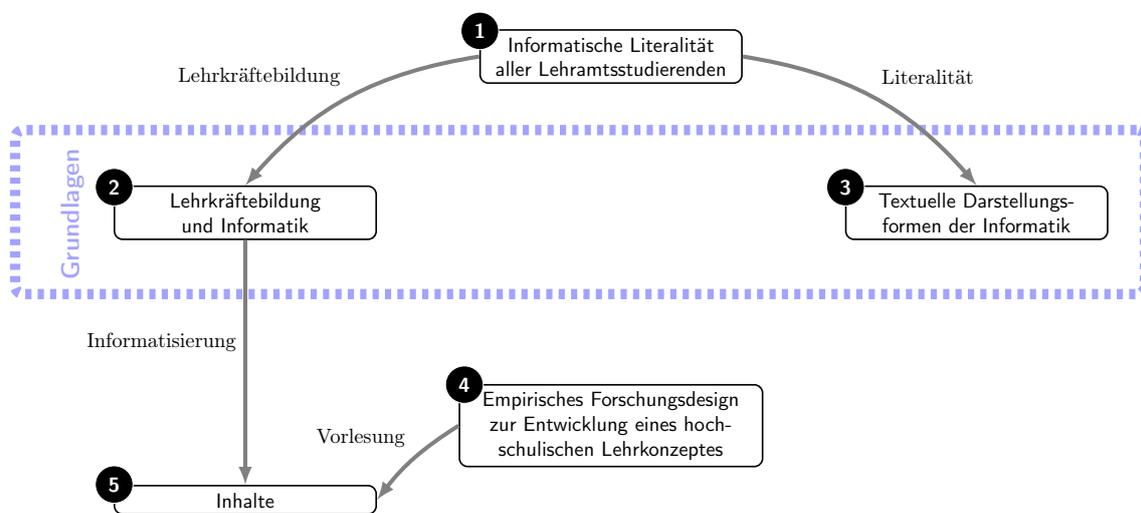


Abbildung 5.1.: Strukturskizze

Im Sinne der FF 2.1: »Welche Inhalte sind der Zielperspektive zuträglich?« ist zu überlegen, welche Fachgegenstände und -methoden in einer allgemeinbildenden Informatikveranstaltung eine (zentrale) Rolle spielen sollten, um bei den Studierenden die Entwicklung der Anwendungs-, Gestaltungs- und Entscheidungskompetenz (informatische Literalität) zu befördern. Zur Beantwortung wird in diesem Kapitel eine fachdidaktische Gestaltung eines Lehrformates im Modus der *Vorlesung* vorgeschlagen. Andere Lehrformate wären denkbar, allerdings geht der Vorlesung am Forschungsstandort eine langjährige Tradition voraus. Dieser wurde durch die vorliegende Arbeit und das Projekt KoL-Bi (vgl. Kap. 1) eine Forschungsperspektive zuteil. Somit konnte an bestehende Erfahrungen der Gestaltung einer studiengangübergreifenden Lehrveranstaltung angeknüpft werden. Die (Weiter-)Entwicklung der Veranstaltung bis hin zu den in diesem Kapitel folgenden Vorschlägen wird durch verschiedene empirische Erhebungen (vgl. Kap. 4) in ihren Entscheidungen und Aussagen gestützt.

Im Rahmen der hier dokumentierten, forschenden Begleitung des Lehrformates wurde ein Seminar als vertiefende Lehrveranstaltung entwickelt. Dessen Dokumentation und Gestaltung wird im anschließenden Kapitel »Entwicklung einer projektorientierten Er-

weiterung des Lehrformates als exemplarische Vertiefung im Bereich informatischer Methoden« (vgl. Kap. 6) ausgeführt.

5.1. Zielperspektive

Den Studierenden wird im Rahmen der Vorlesung eine Einführung in die Informatik anhand lebensweltlicher Beispiele angeboten¹. Der Veranstaltungstitel »Informatik im Alltag – Durchblicken statt Rumklicken« spiegelt diesen Gedanken wider und unterstreicht, dass Transparenz bezüglich informatischer Erzeugnisse durch Verständnis für informatische Modellierung ein klares Ziel des Lehrkonzeptes ist. Die rein oberflächliche Interaktion mit Informatiksystemen zu erlernen, ist hingegen keine Perspektive. Die Studierenden sollen Anwendungs-, Gestaltungs- und Entscheidungskompetenz bezüglich informatischer Sachverhalte entwickeln – ganz im Sinne der Förderung informatischer Literalität. Durch die Teilnahme an der Ringvorlesung entwickeln die Studierenden Wissen um die Bedeutung der Erkenntnisse der Wissenschaft Informatik für ihren Alltag; sie beschreiben die Wirkungen von Informatik in der Gesellschaft und für die Menschheitsgeschichte. Sie sind mit grundlegenden Begriffen und Meilensteinen der Ideengeschichte der Informatik (z. B. Elemente der technischen Informatik, Grenzen der Informatik) vertraut und identifizieren Alleinstellungsmerkmale der Informatik. Zudem sind sie in der Lage, zentrale, grundlegende Konzepte und Methoden (z. B. informatische Modellierung, Algorithmen, Datenstrukturen, Programmierung, Verschlüsselung) anhand exemplarischer Phänomene zu erläutern.

5.2. Beschreibung der Lernausgangslage

5.2.1. Entwicklungslinien der Veranstaltung

Die Veranstaltung »Informatik im Alltag« wird jährlich im Wintersemester durchgeführt. Sie richtet sich an einen möglichst weiten Hörer*innenkreis, vor allem aber an Lehramtsstudierende. Sie kann als Einzel- oder als Teilmodul belegt werden. In ihrer ursprünglichen Form wurde die Vorlesung als Ringvorlesung angelegt und mit vier Semesterwochenstunden bedacht. Je Woche wurde ein Thema aus der Informatik von einer anderen Dozent*in vorgestellt. Zu jeder thematischen Einheit wurde ein Übungsblatt konzipiert; durch die erfolgreiche Bearbeitung von 75 % dieser Übungsblätter konnte eine Zulassung zur Prüfung erreicht werden. Für die Studierenden des Teilmoduls war eine mündliche Prüfung über drei selbstgewählte Themen der Vorlesung vorgesehen. Die Themen (vgl. Tab. 5.2) der Vorlesung bilden eine große Breite der Informatik über alle ihre Fachgebiete ab (vgl. Frommer, Humbert und Müller 2012, S. 100 f.). Das in dieser Arbeit dokumentierte Forschungsprojekt hatte noch keinen Einfluss auf die Konzeption dieses Vorlesungsdurchganges.

¹ Elemente dieses Abschnittes und der folgenden wurden teilweise vorab veröffentlicht (vgl. Losch und Humbert 2021).

Datum	Thema
10.10.2017	Informatik, Einführung und Fachgebiete – Fachgebiete und »Fingerübungen«
12.10.2017	Freihandversuche zur Informatik
17.10.2017	Geschichte der Informatik – Grundideen
19.10.2017	Geschichte der Informatik – Personen, Meilensteine
24.10.2017	Zeichen und Zahlen als »0« und »1«
26.10.2017	Rechnen nur mit »0« und »1« – Probleme
02.11.2017	Internet und Recht
07.11.2017	Eingebettete Echtzeitsysteme
09.11.2017	Wie funktionieren Mikroprozessoren? – Fachgebiet Technische Informatik
14.11.2017	Allgegenwärtige Informatik
16.11.2017	Wie funktionieren Festplatten, Touchscreens?
21.11.2017	Betriebssysteme – Ohne uns geht nichts – wir treiben Informatiksysteme an
23.11.2017	Betriebssysteme – Graphical User Interface (GUI)
28.11.2017	Objektorientierte Modellierung – Objektorientierte Modellierung und Einblicke in Python
30.11.2017	Internet, Internetdienste und Gefahren im Internet
05.12.2017	Implementierung – exemplarisch – Algorithmen und deren Umsetzung in Python
07.12.2017	Sicherheit im Internet
12.12.2017	Mensch-Maschine-Schnittstellen: Software-Ergonomie – Mensch-Maschine-Schnittstellen – Benutzungsoberflächen
14.12.2017	Mensch-Maschine-Schnittstellen: Software-Ergonomie II – Softwareergonomie
19.12.2017	Vereinbarung von Geheimnissen – Kryptographie und Kongruenzrechnung
21.12.2017	Vereinbarung von Geheimnissen II – Diffie-Hellman-Protokoll
09.01.2018	Suchen in großen Datenmengen – Datenbanken
11.01.2018	Datenbanken, Suchmaschinen – Verarbeitung großer Datenmengen
16.01.2018	Praktische Grenzen der Informatik
18.01.2018	Fundamentale Grenzen der Informatik
23.01.2018	Wiederverwendbare Software – Software-Katastrophen
25.01.2018	Software-Katastrophen – was sie uns lehren (könnten)
30.01.2018	Informatikallgemeinbildung – 1
01.02.2018	Informatikallgemeinbildung – 2

Tabelle 5.2.: Themenübersicht in Vorlesung V_0 – Fortsetzungen vorausgegangener Überlegungen (vgl. Frommer, Humbert und Müller 2012, S. 102)

5.2.2. Wahlpflichtangebot – Genderperspektive und Fächerzusammensetzung

Jahrgang	Beginn			Ende		
	m	w	k. A.	m	w	k. A.
V ₀	50 %	50 %		56 %	44 %	
V ₁	45 %	42 %	13 %	38 %	49 %	13 %

$$n_{V_0-\text{Beginn}} = 34; n_{V_0-\text{Ende}} = 32; n_{V_1-\text{Beginn}} = 65; n_{V_1-\text{Ende}} = 61$$

Tabelle 5.3.: Geschlechterbezogene Belegung der Veranstaltung über zwei Jahrgänge

Fach	Teilnehmende	Fach	Teilnehmende
Mathematik	53,45 %	Geschichte	6,90 %
Englisch	18,97 %	Physik	6,90 %
Biologie	17,24 %	Psychologie	6,90 %
Musik	17,24 %	Evangelische Religion	5,17 %
Politik	17,24 %	Französisch	3,45 %
Chemie	12,07 %	Spanisch	3,45 %
Deutsch	12,07 %	Katholische Religion	1,72 %
Pädagogik	6,90 %		

Hinweise: Lehramtsstudierende qualifizieren sich in zwei bzw. drei Fächern, daher ist die Summe größer als 100 %; die Daten beziehen sich auf die Erhebung in V₁ ($n_{V_1-\text{Beginn}} = 65$).

Tabelle 5.4.: Teilnehmende der Veranstaltung nach studierten Fächern

Die Teilnehmenden der Lehrveranstaltung sind vornehmlich Bachelor-Studierende im Lehramt, die das Fach Informatik *nicht* als einen ihrer Teilstudiengänge gewählt haben (vgl. Tab. 5.4). Das Lehramtsstudium bedeutet, dass sie in der Regel zwei, z. T. drei Fächer bzw. Teilstudiengänge belegen für eines der schulformspezifischen Profile »Grundschule«, »Haupt-, Real-, Sekundar- und Gesamtschule«, »Gymnasium und Gesamtschule« oder »Berufskolleg«. Die meisten der Studierenden befinden sich im vierten oder fünften Fachsemester – sprich: im letzten Jahr ihres Bachelorstudiums. Abweichungen von der Semesterzahl finden eher »nach oben« statt. Da die Lehrveranstaltung curricular (vgl. 5.3.2) als *Wahlpflichtmodul* eingeordnet ist, ist auch die Frage nach möglichen Beweg- und Hintergründen für die Wahlentscheidung angebracht. Die geschlechterbezogene Zusammensetzung der Studierendenschaft ist ausgewogen und bleibt es über die Dauer der Veranstaltung hinweg auch, sodass sich hier keine geschlechterbezogene Präferenz zeigt (vgl. Tab. 5.3). Dies ist dennoch als Erfolg zu werten und hält damit die vor Beginn dieser Untersuchung beobachtete positive Entwicklung aufrecht (vgl. Frommer, Humbert und Müller 2012, S. 101). Informatische Vorkenntnisse der Studierenden sind z. B. aus einem schulischen Informatikunterricht zu erwarten. Mindestens 38 % der Studierenden hatten selbst Informatikunterricht in der Schule (vgl. Appendix: 2018 – pre, S. 248). Von dieser

Personengruppe stimmten zwei Drittel der Aussage »Ich habe dort [i. e. im Informatikunterricht] fachlich viel gelernt« (vgl. Appendix: 2018 – pre, S. 248) nur wenig oder gar nicht zu. Etwas mehr als die Hälfte der Gruppe ordnet die eigene Informatikunterrichtserfahrung positiv ein. In diesen Daten zeigt sich eine heterogene Zusammensetzung der Lerngruppe im Hinblick auf fachliche Vorkenntnisse und Geschlecht.

5.2.3. Anknüpfung an die Fächer sowie Differenzen und Gemeinsamkeiten

Eingangs wurde die Vermutung zu dieser Lerngruppe angestellt, dass sie mit der Wissenschaft Informatik vornehmlich Informatiksysteme assoziiert. Ein strukturwissenschaftlicher oder gar humanwissenschaftlicher Charakter der Informatik (vgl. 2.1.2) liege den meisten eher fern. Diesen Charakter vor Beginn der Veranstaltung in der Informatik zu erkennen – ohne informatische Vorkenntnisse – und dies zu erheben, ist als nicht aussichtsreich zu beurteilen. Stattdessen wurde der Ansatz entwickelt, zu prüfen, in welchem Maße die Studierenden in der Lage wären, Strukturen, Systeme, Regelmäßigkeiten und Modelle in ihren eigenen fachwissenschaftlichen Disziplinen zu identifizieren. Daher wurde ein Instrument entwickelt, das Schnittmengen zwischen Informatik und dem von den Studierenden primär belegten Fächern – bezogen sowohl auf Fachwissenschaft als auch Fachdidaktik – zu identifizieren versucht. Inspiriert von einer tabellarischen Übersicht zur Anknüpfung von Sprache(n) im Informatikunterricht von CLAUS (vgl. Claus 1995, S. 46) entstand der Ansatz, eine exemplarische Kohärenzmatrix mit vermuteten Zusammenhängen zwischen Informatik und anderen Schulfächern zu entwickeln (vgl. Kap. D im Anhang). PASTERNAK diskutiert in seiner Dissertation exemplarisch, aber ausführlich fachwissenschaftliche Schnittmengen mit den Sprachwissenschaften, der Mathematik, der Physik, der Philosophie und der Biologie und konkludiert, dass »Ideen und Gedanken aus der Informatik [...] zum Verständnis des entsprechenden Faches nicht nur am Rande bedeutsam [sind], sondern [dass] diese Gedanken [...] weit in das Ideengefüge des entsprechenden Faches ein[greifen]« (Pasternak 2013, S. 46).

Um mögliche, informatische Anknüpfungspunkte in den Fächern der teilnehmenden Studierenden zu erkennen, wurde der strukturwissenschaftliche Charakter der Informatik priorisiert und empirisch erhoben. Allerdings wurde der Begriff »Informatik« nicht genannt – unter der Annahme, dass eine Formulierung mit »Informatik« in der offenen Frage die Sichtweise der Befragten insbesondere auf digitale Artefakte, wie etwa Informatiksysteme, beschränken würde. So wurden die folgenden Items LS 1a und LS 1b entwickelt (vgl. Tab. 4.3), um ein mögliches System von Regeln oder Normen in den Fächern, das die Studierenden erkennen, zu erheben.

LS 1a

Liegt der Fachwissenschaft dieses Faches (oder auch nur einer Teildisziplin) ein objektives Regel- oder Normensystem zugrunde? Falls ja, beschreiben Sie kurz, worin dieses System besteht und ggf. um welche Teildisziplin es sich handelt.

(vgl. Appendix: 2017 – pre, S. 240; 2017 – post, S. 244)

LS 1b

Gibt es bestimmte Strukturen und/oder Modelle aus diesem Fach, die auf andere Fächer übertragbar sind? Falls ja, beschreiben Sie diese kurz.

(vgl. Appendix: 2017 – pre, S. 240; 2017 – post, S. 244)

Annahme Die Studierenden erkennen nach der Veranstaltung verstärkt Strukturen und Modelle in den eigenen Fächern.

Resultate Während Mathematikstudierende zu Beginn auf Algorithmen, Zahlensysteme und Rechenregeln rekurrerten, nannten Studierende der Sprachen vor allem Grammatik, Syntax, Semantik, Morphologie oder Phonologie; Musikstudierende erkannten ein System bei den musikalischen Noten. Von Philosophiestudierenden wurde die Teildisziplin der Logik benannt. Insgesamt ist bei der Vorbefragung ($n=33$) zu beobachten, dass etwa ein Drittel zu LS 1a bzw. LS 1b jeweils mindestens ein Element benennen konnte (36 % bzw. 27 %), für etwa zwei Drittel (61 % bzw. 70 %) der Sachverhalt unklar war; eine klare Verneinung, es gebe keine Strukturen/Modelle/Systeme im eigenen Fach, äußerten für LS 1a und LS 1b jeweils nur 3 %. In der Ausgangsbefragung der Lehrveranstaltung ($n = 32$) kehrten sich die Verhältnisse – bei gleichbleibender Verneinung (3 % bzw. 9 %) – um: Etwa zwei Drittel (66 % bzw. 59 %) konnten nun mindestens ein Element benennen, ein Drittel war sich dessen unklar. Auffällig ist, dass etwa bei der Mathematik nun mehr detaillierte Angaben auftraten, wie »Definition«, »Sätze«, »Lemmata«, in den Sprachwissenschaften Orthographie überhaupt und Grammatik vermehrt genannt wurde. Personen aus der Chemie identifizierten u. a. die International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC)-Nomenklatur und Benennung von Molekülen, sowie das Periodensystem als Strukturen im eigenen Fach. Schließlich lässt sich beim Vergleich der Eingangs- und der Ausgangsbefragung festhalten, dass die Ausgangsannahme bestätigt wurde und Studierenden im Nachgang zur Informatik-Veranstaltung verstärkt »Strukturen, Modelle, Regeln und Systeme« in ihren eigenen Fächern erkannten.

LS 3 – Differenzen zur und Gemeinsamkeiten mit Informatik

Beschreiben Sie Differenzen und/oder Gemeinsamkeiten zwischen den Fachinhalten bzw. -methoden Ihrer Fächer und der Informatik.

(vgl. Appendix: 2018 – pre, S. 248; 2019 – pre, S. 258; 2020 – pre, S. 265)

In der Erhebung wird deutlich, dass von den teilnehmenden Studierenden Bezüge zwischen Informatik und ihrem Fach identifiziert werden können. Die Befragten führen aber auch die Ubiquität der Informatik ins Feld, die letztlich jedes Fach mindestens tangiere. In dieser Teilstudie ist die Menge an Daten zu Fächern, Durchgängen und Personen derartig komplex verknüpft, dass insgesamt – so die Entscheidung – der Aufwand der Datenauswertung in keinem angemessenen Verhältnis zum erwarteten Outcome für die übergeordnete Forschungsfrage (FF 2.1: »Welche Inhalte sind der Zielperspektive zuträg-

lich?«) steht. Nichtsdestoweniger scheinen die Daten Anlass zu geben, über fachindividuelle Verknüpfungen zwischen Informatik und anderen Fächern nachzudenken und in einem ähnlich gelagerten empirischen Setting (hochschulische Lehrveranstaltung) zu untersuchen. Durch die starken Fachbezüge (zu jeweils zwei Fächern!), die die Studierenden einbringen, sowie die interpersonelle Entwicklung im Laufe der Veranstaltung können die Teilnehmenden an der Befragung (Minimum: 25; Maximum: 61) nicht global betrachtet oder ohne weiteren theoretischen Hintergrund verglichen werden. Da sich aus Kapitel 2 zur Lehrkräftebildung ein informatisch-bildungswissenschaftlicher Ansatz ergeben hat, ist solch eine Verortung in der Theorie nicht gegeben. Insgesamt würde diese Arbeit mit einer ausführlichen Diskussion ihren Fokus verlieren – wider der ursprünglichen Annahme, dass spätestens nach dem Veranstaltungsbesuch Beschreibungen zu Gemeinsamkeiten bzw. Differenzen durch die Studierenden vorgenommen werden könnten, die fachunabhängigen Charakter aufweisen. Folglich wird LS3 im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter betrachtet.

5.2.4. Sichtweise auf die Fachdidaktik des primär studierten Faches

Weiterer Aspekt der Betrachtung der Lerngruppe ist, ob sich die Sichtweise auf das eigene Fach (Fachdidaktik) nach Besuch der Veranstaltung geändert hat (Item LS2).

LS2-pre

Gehen Sie davon aus, dass die Veranstaltung die Sicht auf die Fachdidaktik(en) Ihrer Fächer ändern wird?

(vgl. Appendix: 2018 – pre, S. 248; 2019 – pre, S. 258; 2020 – pre, S. 265)

Jahrgang	ja	nein	unklar/k. A.	Stichprobengröße
2018	37 %	20 %	43 %	(n=65)
2019	63 %	20 %	17 %	(n=46)
2020	38 %	7 %	51 %	(n=38)

Tabelle 5.5.: Von den Studierenden erwartete Änderung der Sichtweise auf die eigenen Fachdidaktiken über drei Jahrgänge (Selbstauskunft)

Annahme Wie auch immer die Voreinstellung gelagert ist, ändert sich die Sicht auf die eigene Fachdidaktik nach Besuch der Veranstaltung.

Resultate Die beiden Tabellen zur selbst erwarteten (vgl. Tab. 5.5) und tatsächlich (nach Besuch der Veranstaltung) selbst erlebten Änderung (vgl. Tab. 5.6) der Sichtweise auf die eigenen Fachdidaktiken weist über alle drei Jahrgänge folgende Charakteristik auf: Die Zahl der Aussagen, dass keine Änderung auf die Sichtweise (»nein«) geschehen ist, übertrifft die eingangs negativ geäußerte Erwartung. Zudem existieren zum Zeitpunkt der Ausgangsbefragung in den ersten beiden Jahr-

gängen deutlich weniger tatsächliche Sichtweisenänderungen als insgesamt vorher zu vermuten gewesen wären. Mit diesen beiden klaren Tendenzen lässt sich schlussfolgern, dass die Studierenden z. T. mit größeren Erwartungen bezüglich Änderung der Sichtweise auf die eigenen Fachdidaktik in die Veranstaltung hineingehen. Am Ende werden diese Erwartungen allerdings nicht erfüllt. Dies liefert den Hinweis, dass die Lehrveranstaltung nicht auf fachdidaktisch unmittelbar ersichtliche Aspekte eingeht. Die Frage, ob ein in die Informatik einführendes Lehrformat, wie das hier geplante, auf dies eingehen kann, ist in diesem Forschungszusammenhang zunächst zurückzuweisen. Ein konstruktiver Ausschluss wird aber durch die projektorientierte Perspektive als Vertiefung – auch in fachdidaktischer Hinsicht – ermöglicht (vgl. Kap. 6).

LS 2-post

Hat die Veranstaltung die Sicht auf die Fachdidaktik(en) Ihrer Fächer geändert?

(vgl. Appendix: 2018 – post, S. 253; 2019 – post, S. 261; 2020 – post, S. 268)

Jahrgang	ja	nein	unklar/k. A.	Stichprobengröße
2018	14 %	54 %	31 %	(n=61)
2019	14 %	72 %	14 %	(n=36)
2020	42 %	33 %	25 %	(n=24)

Tabelle 5.6.: Von den Studierenden tatsächlich erfahrene Änderung der Sichtweise auf die eigenen Fachdidaktiken über drei Jahrgänge (Selbstauskunft)

5.2.5. Informatische Werkzeuge und Methoden

LS 4 – Informatische Werkzeuge/Methoden

Verwenden Sie bei der Arbeit in Ihren Fächern informatische Werkzeuge und/oder Methoden und/oder Modelle? Wenn ja, welche?

(vgl. Appendix: 2018 – pre, S. 248)

Annahme Die Studierenden erachten vor allem Informatiksystem-bezogene Werkzeuge, Methoden und Modelle als informatisch und führen nur in geringem Maße informatische Werkzeuge, Methoden oder Modelle ohne Informatiksysteme an.

Resultate Die Antworten (n=65) zu den informatischen Werkzeugen und Methoden lassen sich im Wesentlichen auf den Kontext »Informatiksystem« zurückführen. Daher wurden zur Kategorisierung und strukturierten Darstellung die prägenden

Elemente für Informatiksysteme (Software, Hardware, Netz(verbindung)) herangezogen; diesen wurden wiederum quantitativ bedeutsame, aus den Antworten induktiv entwickelte Unterkategorien zugeordnet (vgl. Tab. 5.7). Aus den differenzierten Kategorien wird ersichtlich, dass insbesondere die Unterkategorie »Büro(software)« sehr häufig angeführt wurde. Dies bestätigt die theoretisch bereits hergeleitete Relevanz für die informatische Modellierung von Dokumenten (vgl. Kap. 2). Diese wird als Konsequenz aus den theoretischen Überlegungen und der Erfahrung in der Veranstaltung im nachfolgenden Kapitel als informatische Methode fokussiert. Diesbezüglich erweisen sich auch Ansichten über Suchmaschinen als Recherchewerkzeug, die aus der Befragung ersichtlich werden, als stimmig. Darüber hinaus wird das Internet selbst als Werkzeug erachtet. In der Kategorie Software fällt auf, dass fachspezifische Software (GeoGebra, Matlab, SPSS, indesign, Software für Notenschrift) explizit benannt wurde. Daraus ist erneut erkennbar, dass informatische Erzeugnisse (hier in Form von konkreten Softwareprodukten) in den Fächern eine Rolle spielen und – aus informatikdidaktischer Sicht – ein Aufschluss der dahinterliegenden informatischen Modellierung zentral ist. Dies soll durch die zu entwickelnde Veranstaltung auf konzeptueller Ebene gewährleistet werden. Insgesamt bestätigen die Befunde die eingangs formulierte Annahme, schärfen sie dahingehend aus, dass die Studierenden keine Antworten ohne Informatiksysteme geäußert haben, und unterstreichen, dass die Aussparung von Informatik als Begriff in LS 1 wohl begründet ist.

Software	Σ 24	Hardware	Σ 17	Netz	Σ 8	Weiteres	Σ 7
Büro	19	Computer	6	Google	5		
Plotter	5	Smartphone	5	Recherche	3		
(graphisch)		Tablet	3				
		Laptop	1				
		PC	2				

Hinweis: Die Daten beziehen sich auf die Erhebung in V_1 ($n_{V_1-Beginn} = 65$).

Tabelle 5.7.: Kategorien für informatische Werkzeuge (Studierendenperspektive) mit absoluter Anzahl an Nennungen

5.3. Legitimation

5.3.1. Fachdidaktisch

Für die fachdidaktische Legitimation, warum Informatik in der Lehrkräftebildung thematisiert werden sollte, seien die Kriterien für fundamentale Ideen (vgl. Schwill 1993) herangezogen. Die Ausführungen sind beispielgebend, nicht erschöpfend und folgen der Idee einer konstruktiven »Beweisführung«. Somit ist eine Vollständigkeit nicht Ziel dieses Ansatzes. Zudem sei darauf verwiesen, dass theoretisch fundiert im ersten Teil dieser Arbeit bereits für eine bedeutsame Rolle der Informatik in der Lehrkräftebildung argumentiert wurde (vgl. Kap. 2). Die Kriterien sind in diesem Zusammenhang ausgewählt,

um eine prägnante und strukturierte Begründung für Informatik in der Lehrkräftebildung darzubieten, nicht um Lehrkräftebildung als fundamentale Idee der Informatik auszuweisen.

Horizontalkriterium Informatik spielt über alle Fachgebiete hinweg eine große Rolle in der Lehrkräftebildung. Sei es bei Anwendungen zur Unterstützung von Lehr- und Lernprozessen (Praktische Informatik), bei Fragen zur Hardware-Ausstattung von Schulen (Technische Informatik) oder bei Grenzen von Informatiksystemen (Theoretische Informatik), die insbesondere in Bildungsprozessen Berücksichtigung finden müssen, um auch Versprechungen zukünftiger Entwicklungen fachlich fundiert einschätzen zu können. Auch schulfachspezifische, informatische Entwicklungen, z. B. aus der maschinellen Sprachverarbeitung, der Bioinformatik oder der Geoinformatik, beurteilen zu können (Angewandte Informatik), ist bedeutsam – ebenso wie die Fähigkeit, informatisch fundiert gesellschaftliche Implikationen von Informatik und Informatiksystemen zu diskutieren (Informatik und Gesellschaft), z. B. im Bereich Cyber-Mobbing (vgl. Hilbig 2014).

Vertikalkriterium Personen, die sich für ein Lehramt entscheiden, können (je nach landesspezifischer Voraussetzung) bereits aus der Schulzeit einen informatischen Hintergrund mitbringen. Über alle Phasen der Lehrkräftebildung hinweg zeigen sich immer wieder die Anschlüsse an Informatik: In der ersten Phase wird von den Lehramtsstudierenden verlangt, zahlreiche Anwendungen im Zusammenhang mit der Organisation des eigenen Studiums zu benutzen; es wird etwa die Entwicklung von Inhalt, Struktur und Form wissenschaftlicher Dokumente (wie Präsentationen oder schriftliche Ausarbeitungen) eingefordert. In der zweiten und dritten Phase werden zur Unterrichtsvor- und nachbereitung, aber auch zur Durchführung Informatiksysteme eingesetzt, die m. E. strukturgebend für die (fach)didaktische Gestaltung sein können.

Zeitkriterium Die Entwicklung von Sitzplänen, Raumplänen bis hin zu Stundenplänen birgt zeitinvariante und Informatiksystem-unabhängige Herausforderungen für informatische Modellierung. Informatiksysteme können bei dieser Planung enorm unterstützen, haben jedoch ihre Grenzen. In Zukunft wird dennoch verstärkt auf datengetriebener Modellierung aufgesetzt werden, die eine individuell für den jeweiligen Schulstandort entwickelte Planung ermöglicht.

Sinnkriterium An dieser Stelle sei auf Kapitel 2 verwiesen, das die Beziehung von Informatik und Lehrkräftebildung analysiert hat. Darin zeigte sich in allen beruflichen Handlungsfeldern von Lehrkräften eine sinnstiftende Anschlussfähigkeit der Informatik an die Lehrkräftebildung. Insbesondere die Medienbildung erwies sich als tragfähige Schnittstelle zur informatischen Bildung von Lehrkräften. Im Speziellen konnte durch die Herausstellung der kulturtechnischen Bedeutsamkeit der Informatik eine Brücke zu Schrift und Darstellung geschlagen werden, die als informatische Bildungsmomente aufgefasst werden können.

5.3.2. Curricular

Einschlägige Gremien verweisen auf die Bedeutsamkeit zum Ausbau bzw. zur Aufrichtung eines verpflichtenden Informatikangebotes in allgemeinbildenden Schulen sowie in der Lehrkräftebildung (vgl. Wissenschaftsrat 2020; Hochschulrektorenkonferenz 2022; SWK 2022). Aus der Informatikdidaktik heraus lässt sich diese Forderung (zumindest implizit) schon frühzeitig erkennen (vgl. Wanke und Gorny 1984); seit den »Empfehlungen für ein Gesamtkonzept zur informatischen Bildung an allgemeinbildenden Schulen« (Gesellschaft für Informatik e. V. 2000) existiert eine offizielle, begründete Stellungnahme der GI: »Für Lehramtsstudierende aller Fächer sollte in der ersten Phase ihrer Ausbildung eine ›Einführung in die Informatik für Lehrerinnen und Lehrer‹ als informatische Grundbildung [...] verpflichtend sein [...]. In den Fachdidaktiken und in der zweiten Phase der Lehrerausbildung ist diese zu vertiefen«.

Die KMK hat in ihren bildungswissenschaftlichen Standards für die Lehrerbildung seit 2019 im Kompetenzbereich »Erziehen« eine Kompetenz mit explizit informatischen Bezug ausgewiesen: »Die Absolventinnen und Absolventen [...] wissen um die Bedeutung von Medien und Digitalisierung und kennen Konzepte der Medienbildung und informatischen Bildung zur Medienkompetenzförderung« (Sekretariat der KMK 2014, S. 8). Diese Kompetenz ist dem theoretischen Ausbildungsabschnitt, d. h. der ersten Phase der Lehrkräftebildung, zugeordnet. Die übergeordnete Kompetenz (aus dem Kompetenzbereich »Erziehen«) lautet: »Lehrkräfte kennen die sozialen, kulturellen und technologischen Lebensbedingungen, etwaige Benachteiligungen, Beeinträchtigungen und Barrieren von und für Schülerinnen und Schüler(n) [...] und nehmen im Rahmen der Schule Einfluss auf deren individuelle Entwicklung« (ebd., S. 8). Daran wird deutlich, dass der Einbettungskontext der o. g. Informatik-bezogenen Kompetenz der Lebensweltbezug für Schüler*innen ist, den die Lehrkräfte herstellen sollen.- Die Förderung von Medienkompetenz (vgl. dazu oben bereits Baacke 1996) der Schüler*innen soll durch informatische Bildung der Lehrkräfte geschehen. Dazu müssen sich angehende Lehrkräfte Grundlagen der Medienpädagogik und Informatik erarbeiten, werden auf dieser Basis zur eigenen Gestaltung von Medien und Informatiksystemen befähigt und entwickeln schließlich eine informatisch-medienpädagogisch fundierte Nutzungs- bzw. Anwendungskompetenz sowie die Fähigkeit zur Kritik (gerade auch im Sinne von Entscheidung).

Im besten Falle sind die Empfehlungen für Bildungsstandards der GI Voraussetzung; allerdings ist dies aufgrund der eingangs bereits dargestellten unterschiedlichen Situation in den Bundesländern nicht möglich. Der GI-Arbeitskreis »Lehrkräftebildung« hat inzwischen Empfehlungen entwickelt (Gesellschaft für Informatik e. V. 2023). Diesen liegt die Idee zugrunde, informatische Kompetenzen für alle Lehrkräfte in Anlehnung an die KMK-Struktur über professionsbezogene Kompetenzbereiche – z. B. Unterrichten und Erziehen – zu erschließen. Der Arbeitskreis stellt heraus, inwieweit die Profession des Lehramtes und die damit verbundenen Aufgaben von Informatik durchdrungen werden und welcher Kompetenzen es im fach- bzw. studiengangübergreifenden Lehramtsstudium bedarf. Für die Umsetzung werden einige »gute Beispiele« referiert (vgl. Gesellschaft für Informatik e. V. 2021). Folgende Kompetenzen werden bei der fachdidaktischen Gestaltung der geplanten Lehrveranstaltung in den Blick genommen:

- nehmen Entscheidungsfreiheiten bei der Einführung von Informatiksystemen in Schule und Unterricht wahr und bewerten die Auswirkungen der Einführung dieser Systeme auf Personen, bestimmte Gruppen sowie Arbeitsabläufe in der Schule
- reflektieren bei der Auswahl und dem Einsatz von Informatiksystemen die Geschäftsmodelle und Anforderungen, für die diese Systeme durch Menschen entwickelt wurden
- hinterfragen genutzte Werkzeuge, bspw. in Bezug auf Lizenzen, Datenschutzfragen oder Barrierefreiheit und nehmen Gestaltungsspielräume wahr
- reflektieren die Unterschiede zwischen ihren eigenen Interessen als Nutzende und den Intentionen der Anbietenden von Software sowie die Auswirkungen dieser Unterschiede
- grenzen die Begriffe Netzwerk und Internet voneinander ab und erläutern Unterschiede unter Berücksichtigung geeigneter Elemente der Fachsprache [S.31]
- benennen in Diskussionen wesentliche Bestandteile von Informatiksystemen produktunabhängig und ordnen ihnen Verwendungszwecke und Kenngrößen zu
- diskutieren mit Schüler*innen die Vor- und Nachteile bei der Nutzung dezentraler Datenspeicherung im Internet in Bezug auf die Bereitstellung und Veröffentlichung persönlicher Daten (z. B. Fotos)
- automatisieren mit geeigneten Werkzeugen ([z. B.] Tabellenkalkulation, Datenbanken) Auswertungen von Lernstandserhebungen und reflektieren die Wirkung dieser Informationsverarbeitung auf ihre Schüler*innen [S.33]
- reflektieren mit Schüler*innen die Beeinflussung der Gesellschaft durch Empfehlungsalgorithmen und individuelle Möglichkeiten Entscheidungsfreiheiten wahrzunehmen sowie das eigene Mediennutzungsverhalten zu kontrollieren [S.32]
- erläutern die Notwendigkeit der gegenseitigen Authentifikation von Kommunikationspartnern z. B. im Zusammenhang mit Mobbing
- schützen personenbezogene Daten im Rahmen der Beratung von Schüler*innen und Erziehungsberechtigten beim Austausch mit anderen Pädagog*innen und wählen Kommunikationsmittel gegenüber Dritten (bspw. Eltern oder Schulleitung) begründet aus
- visualisieren Abläufe (z. B. bei Innovations- oder Entscheidungsprozessen oder der Zusammenarbeit) mit geeigneten Werkzeugen
- nehmen eine Vorbildfunktion bei der sicheren und effizienten Kommunikation und Kollaboration über Netzwerke ein (auch im Hinblick auf den Umgang mit schützenswerten Daten)
- stellen die Unterschiede zwischen verschlüsselter und unverschlüsselter Kommunikation sachgerecht und verständlich dar
- veranschaulichen die Dezentralität des Internets und Möglichkeiten zur Identifikation von Verantwortlichen für die bereitgestellten Dienste

(Auswahl entnommen aus Gesellschaft für Informatik e. V. 2023, S. 31 ff.)

Das hochschulinterne Curriculum der Bergischen Universität Wuppertal wird von den Modulhandbüchern der verschiedenen Studiengänge abgebildet. Modular ist die Ringveranstaltung verortet ...

- im Bachelor-Modul »Lernen mit neuen Medien« des Lehramtsprofils »Haupt-, Real- und Gesamtschule«,
- im Bachelor-Modul »Lehren und Lernen in einer informatische geprägten Welt« des Lehramtsprofils »Haupt-, Real- und Gesamtschule,
- im Optionalbereich des Kombinatorischen Bachelors und des Bachelors of Science,
- im Bachelor Chemie und
- im Bachelor Psychologie.

Dies zeigt, dass ein Interesse an Elementen informatischer Bildung für diverse Fächer und Studiengänge besteht. Insgesamt zielt die Ringveranstaltung auf die Entwicklung folgender Kompetenzen ab: Die Teilnehmenden ...

- ... stellen Alltagsbezüge zu Fragestellungen der Wissenschaft Informatik her,
- ... entwickeln Sensibilität gegenüber Problemen der Informatik,
- ... zeigen exemplarisch Lösungsideen aus der Informatik auf,
- ... verstehen Prinzipien der Arbeit von Informatiksystemen,
- ... nutzen Informatiksysteme verantwortlich und setzen sie dementsprechend ein.

Die Entwicklung dieser Kompetenzen korreliert mit der bereits eröffneten Zielperspektive der Lehrveranstaltung (vgl. 5.1).

5.4. Vorlesung V_1 – Veranstaltungsentwurf

5.4.1. Vorbereitung und Durchführung

Im Vergleich zur Ausgangslage der Vorlesung V_0 (vgl. Tab. 5.2) wurden in der Vorlesung V_1 verschiedene Veranstaltungselemente modifiziert. Dabei spielen divergierende Bezeichnungen der nämlichen Teilveranstaltungen eine untergeordnete Rolle. Eine wesentliche Änderung bestand darin, einen inhaltlich und methodisch extra ausgewiesenen Block von Teilveranstaltungen zu organisieren, der die Durchdringung der informatischen Modellierung als ein zentrales Moment der Lehrveranstaltung begünstigen sollte. Dazu wurden die zwei Elemente »Mensch-Maschine-Schnittstellen« verwoben mit den Elementen zur Modellierung und Implementierung. Vor dem Hintergrund der Befragung der Studierenden im vorausgegangenen Jahr wurde die Zahl der Teilveranstaltungen von zwei auf drei angehoben – ohne mehr Inhalt anzuhängen. Stattdessen war auf diesem Wege die Integration einer »praktischen halben Stunde« im Hörsaal (Hörsaalübung) im Anschluss an einen 60-minütigen Vortrag des Dozenten möglich, sodass die Studierenden die Theorie unmittelbar mit eigener praktischer Erfahrung verknüpfen konnten (vgl. Arndt 2018).

Vorlesungsabfolge »Informatik im Alltag« (V₁)

- | | |
|--|---|
| 1. a) Was ist Informatik? – Freihandversuche | 7. Informatik zum Anfassen |
| b) Was ist Informatik? – Freihandversuche | 8. Windows, Linux und Konsorten – Was machen Betriebssysteme? |
| 2. a) Geschichte der Informatik – Grundideen | 9. Wer liest meine E-Mails und kennt meine Passwörter? |
| b) Geschichte der Informatik – Personen, Meilensteine | 10. Die öffentliche Vereinbarung von Geheimnissen |
| 3. a) Zeichen und Zahlen als 0 und 1: Zahlensysteme | 11. Sicherheit im Internet |
| b) Zeichen und Zahlen als 0 und 1: Codierungen | 12. Recht und Internet |
| 4. a) Allgegenwärtige Computer: Eingebettete Echtzeitsysteme | 13. Software-Katastrophen |
| b) RFID – Ein Beispiel für die Allgegenwart von Computern | 14. a) Suchen in großen Datenmengen – Datenbanken und Suchmaschinen |
| 5. Rechnerarchitektur – Mikroprozessor, CISC/RISC, Caching | b) Suchen in großen Datenmengen – Datenbanken und Suchmaschinen |
| 6. a) Modellierung und Implementierung (1) | 15. Praktische Grenzen der Informatik |
| b) Mensch-Maschine-Schnittstellen: Software-Ergonomie | 16. Informatische Bildung in der Lehrerbildung |
| c) Modellierung und Implementierung (2) | 17. Maschinelles Lernen |
| d) Mensch-Maschine-Schnittstellen: Software-Ergonomie | 18. Prinzipielle Grenzen der Informatik |
| e) Modellierung und Implementierung (3) | 19. Informatische Bildung für alle |
| | 20. Lernproduktpräsentation des begleitenden Projektseminars |

Da die Studierenden der vorangegangenen Ringvorlesungen sich durchaus kritisch zur quantitativen Ausprägung der Veranstaltung geäußert haben², wurde die Gesamtveranstaltung einer inhaltlich-verdichtenden Reorganisation und Revision einzelner Veranstaltungselemente unter Bezugnahme auf eine stärkere Verzahnung der Vorlesungen unterzogen. Im Sinne dieser stofflichen Entlastung der Lehrveranstaltung wurde für einzelne Themen statt der zwei mal zwei Semesterwochenstunden nur noch ein Termin mit zwei Semesterwochenstunden eingerichtet. Dies betraf die Vorlesungselemente zu den Betriebssystemen, zur Kryptologie und zu den Software-Katastrophen. Die Auswahl fiel auf diese drei Elemente, da sie auf den Grundlagen bereits aufsetzende Teilveranstaltungen sind. Neu hinzu kam eine Teilveranstaltung zum maschinellen Lernen, welche dem bislang nicht berücksichtigten, doch hoch relevanten Bereich der sogenannten Künstlichen Intelligenz in der Informatik einen Platz in der Gesamtveranstaltung zusicherte. Außerdem wurde der letzte Termin im Semester für eine Lernproduktpräsentation

² Belege dafür sind das standort-interne Evaluationssystem sowie offene Postbefragungen im Anschluss an mündliche Prüfungen.

des begleitenden Projektseminars reserviert (Ausführungen hierzu folgen in Kapitel 6). Die Zahl der Dozierenden für die vielfältigen Themen beläuft sich auf 14 Personen, von denen manche mehr als ein Thema in der Lehrveranstaltung vertreten. Das inhaltliche Spektrum orientiert sich an dem Modulkonzept von HUMBERT, das Module zur verantwortlichen Nutzung von Informatiksystemen, zu Elementen Theoretischer Informatik sowie zur informatischen Modellierung vorsieht (vgl. Humbert 2003).

5.4.2. Nachbereitung

Erfahrungen der Studierenden mit der Lehrveranstaltung

IL 1a – Erfahrungen mit der Veranstaltung

Beschreiben Sie Ihre Erfahrungen mit der Veranstaltung »Informatik im Alltag«.

(vgl. Appendix: 2017 – Mid-Term-Befragung, S. 280; 2018 – Mid-Term-Befragung, S. 281)

IL 1b – Bemerkungen

Haben Sie allgemeine Rückfragen oder Bemerkungen zur Veranstaltung »Informatik im Alltag«?

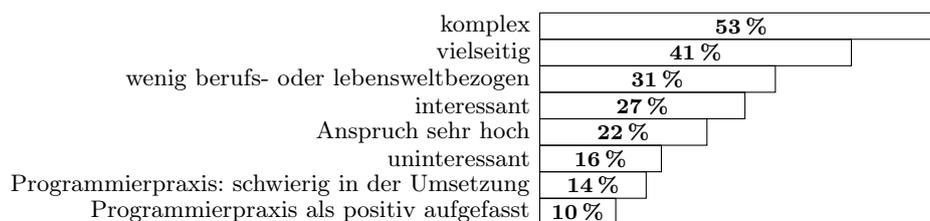
(vgl. Appendix: 2017 – Mid-Term-Befragung, S. 280; 2018 – Mid-Term-Befragung, S. 281)

Annahme Das bestehende Lehrangebot muss – hinsichtlich der intendierten Kompetenzen für die Studierenden – als nicht vollständig befriedigend bezeichnet werden³.

Resultate Die *Interessenlage* der Studierenden an der Informatik kann als ausgeglichen mit leicht positivem Überhang bezeichnet werden; Informatik ist also für einige (27 %, s. Abb. 5.2) ein Thema, in das ein Einblick lohnenswert scheint; 16 % bekundeten explizites Desinteresse, sodass etwas über die Hälfte von sich aus keine Stellung dazu bezieht. Zehn Studierende hoben *explizit* die Teilveranstaltungen »Was ist Informatik?«, »Geschichte der Informatik«, »Recht und Internet«, »Die öffentliche Vereinbarung von Geheimnissen«, »Wer liest meine E-Mails und kennt meine Passwörter?« sowie »Sicherheit im Internet« als sehr positiv hervor; dies kann bei ersteren dreien auf ein hohes Interesse an der Reflexion gesellschaftlich-kultureller Wechselwirkungen (Engbring 2018, S. 7) zurückgeführt werden, was auch an anderer Stelle bereits belegt werden konnte (Seegerer und Romeike 2018, S. 26). Für »Die öffentliche Vereinbarung von Geheimnissen«, »Wer liest meine E-Mails und kennt meine Passwörter?« sowie »Sicherheit im Internet« sehen die Studierenden die po-

³ Der hier beginnende Unterabschnitt wurde teilweise vorab veröffentlicht (vgl. Losch und Humbert 2019).

sitive Markierung in der Integration enaktiver Phasen begründet: »Beispiel Programmieren erst Theorie und anschließend Praxis (aber dann auch mehr) Mehr Interaktion mit der Hörerschaft wie bei den Entschlüsselungen und dem ›Paket-Verschicken‹ hält (mich persönlich) näher am Geschehen und macht Konzepte greifbarer«. Hier wird sogar eine Steigerung der Anteile an Programmierpraxis gefordert. 41 % der Befragten bekundeten unmittelbar die *Vielseitigkeit* der Informatik in dieser Veranstaltung (davon hoben acht Personen die Vielfalt explizit als positiv hervor); dies bestätigt die geplante Darstellung der fachlichen Breite; die Ringvorlesung ist dafür vermutlich weiterhin geeignetes Gestaltungsformat, wenngleich sich eine Person explizit gegen das Format aussprach. Eine Beobachtung einer befragten Person lautet: »Zur Einordnung der entsprechenden Themen sollten meiner Meinung nach mehr verbindende Elemente betont werden, sodass man den zu Beginn der Veranstaltung vorgestellten ›roten Faden‹ häufiger wiedererkennt.« Dies zeigt, dass die Absicht, die Veranstaltung unter ein Leitmotiv zu stellen, erkennbar war, jedoch in der Umsetzung eine eher geringe Kohärenz⁴ der Teilveranstaltungen aufwies. Die häufigste Zuschreibung an die Informatik ist ihre *Komplexität*⁵; damit kann vermutet werden, dass Studierende sich informatische Kompetenzen also nicht »nebenbei« aneignen können; demnach würden integrative Informatikangebote allein nicht ausreichen. Dies ist auch ein wichtiges Element für den Reformprozess: Primär sollten in dieser fachwissenschaftlich orientierten Informatikveranstaltung für Nicht-Informatikstudierende Prozess- und Gegenstandsbereiche der Informatik thematisiert werden. Der Bezug zu Lehramt, Studienfächern und Lebenswelt der Teilnehmenden sollte möglichst berücksichtigt werden. Die bisher durchgeführte Veranstaltung und ihre Struktur führen offensichtlich bei 31 % der Befragten der Veranstaltung dazu, dass derartige Bezüge nur eingeschränkt hergestellt werden können; dazu gesellt sich, dass 22 % der Befragten den Anspruch als sehr hoch einstufen.



Hinweis: Das qualitative Format sah eine *offene* Beantwortung der Fragen vor, daher ist die Summe größer als 100 %.

Abbildung 5.2.: Häufigkeiten der induktiven Kategorien bei der Erhebung von Erfahrungen mit und Bemerkungen zur Lehrveranstaltung »Informatik im Alltag«

⁴ Kohärenz wird hier als Bezeichnung für die einheitliche Orientierung an einer fachdidaktischen Gestaltungslinie verstanden.

⁵ Die Erwartungen bezüglich der Komplexität und Vielseitigkeit wurden oftmals als überraschend aufgefasst.

Relevanz und Verständlichkeit der Teilveranstaltungen

Um einen Eindruck von der Wirkung der einzelnen Vorlesungselemente auf die Studierenden zu ermitteln, wurde eine Erhebung von »Verständlichkeit« und »Relevanz« an das Ende der Vorlesung V_1 gelegt⁶. Die Verständlichkeit eines Vorlesungselementes meint die Einschätzung der Studierenden nach Besuch dieses Vorlesungselementes darüber, inwieweit die von der dozierenden Person vermittelten Gegenstände und Methoden *verständlich* vermittelt wurden. Die Relevanz zielt auf die Erfassung der studentischen Meinung darüber, ob das Thema des jeweiligen Vorlesungselement für sie (persönlich, beruflich oder anders gartet – dies wurde nicht differenziert erfragt) *relevant* ist.

IL 3 – Verständlichkeit

Verständlichkeit (gut verständlich(1) – nicht verständlich(6))

(vgl. Appendix ??, S. ??)

IL 2 – Relevanz

Relevanz (hohe Relevanz (1) – keine Relevanz (6))

(vgl. Appendix ??, S. ??)

Annahme Verständlichkeit und Relevanz eines Vorlesungselementes bedingen einander nicht.

Resultate Da diese Erhebung an das institutsseitige Evaluationsverfahren angeschlossen wurde, musste die Durchführung vor das Ende Vorlesungszeit gelegt werden, sodass die beiden letzten Vorlesungselemente bezüglich der Verständlichkeit nicht berücksichtigt werden konnten. Für die Erhebung der Relevanz gilt zu beachten, dass bei diesen beiden letzten Vorlesungselementen die Einschätzung der Studierenden nur aufgrund des Titels zustande gekommen ist. Neben den beiden einführenden Elementen (»Was ist Informatik?« und »Geschichte der Informatik«) erweisen sich aus Sicht der Studierenden offenbar »Grundlagen und Sicherheit im Internet« sowie »Recht und Internet« als besonders verständlich. Alle vier Elemente liegen bezüglich der Mittelwerte zwischen 2,0 und 2,4. Mit Blick auf die Annahme ist festzustellen, dass die durch die Studierenden eingeschätzte Relevanz aber bei einer Spanne von 2,1 bis 3,4 liegt und hier ein gegenseitiges Bedingen nur insofern erkennbar ist, dass die Relevanz (nahezu) gleich oder schlechter eingeschätzt wird als die Verständlichkeit. Diese Beobachtung kann auch auf die weiteren Vorlesungselemente ausgeweitet werden. Damit wird klar, dass bei einer schlechten Bewertung der Verständlichkeit, die Relevanz in jedem Falle mindestens als ebenso schlecht erachtet wird. Eindeutig am wenigsten verständlich scheinen die Vorlesungselemente »Rechnerarchitektur« (3,9) und »Modellierung und Implementierung« (4,0)

⁶ Diese Untersuchung wird am Ende der Vorlesung V_2 wiederholt, sodass eine Entwicklung über zwei Durchgänge beobachtbar wird.

zu sein. Dies deckt sich auch mit der Erhebung der allgemeinen Erfahrungen und Rückmeldung zur Lehrveranstaltung (vgl. Abb. 5.2), bei denen Komplexität, hoher Anspruch und Schwierigkeiten in der Umsetzung von Programmierung vermehrt geäußert wurden. Insgesamt zeigen für die Studierenden vor allem »Grundlagen und Sicherheit im Internet« (2,4) sowie »Internet und Recht« (2,1) höhere Relevanz auf. In den beiden Fällen korrelieren die Relevanz-Einschätzungen auch mit der Verständlichkeit. Die Annahme gilt i. W. als widerlegt.

Vorlesungselement	Verständlichkeit	Relevanz
Was ist Informatik?	2,2	2,8
Geschichte der Informatik	2,2	3,4
Zahlensysteme und Codierung	3,6	3,9
Eingebettete Echtzeitsysteme	3,2	3,7
Rechnerarchitektur	3,9	3,8
Modellierung und Implementierung	4,0	3,8
Mensch-Maschine-Schnittstellen	3,4	3,8
Technische Informatik	3,2	3,3
Betriebssysteme	3,1	3,2
Grundlagen und Sicherheit im Internet	2,4	2,4
Kryptographie	3,1	3,4
Recht und Internet	2,0	2,1
Datenbanken und Suchmaschinen	3,1	3,3
Grenzen der Informatik	–	3,4
Maschinelles Lernen	–	3,6

Verständlichkeit: gut verständlich (1,0) – nicht verständlich (5,0)

Relevanz: hohe Relevanz (1,0) – keine Relevanz (5,0)

Tabelle 5.9.: Verständlichkeit und Relevanz der Vorlesungselemente aus Sicht der Studierenden nach Besuch der Vorlesung V_1 (Mittelwerte)

Informatik im persönlichen Alltag der Studierenden

IW 3 – Aussagen zur Informatik im persönlichen Alltag der Studierenden

Stimmen Sie folgenden Aussagen über Informatik zu?

IW 3-1 »Mir hilft Informatik bei der Bewältigung alltäglicher Lebenssituationen (z. B. Einkaufen, Freizeit, Medizin ...).«

IW 3-2 »Die Verschlüsselung meiner Nachrichten (z. B. E-Mail, Messengerdienste) ist mir wichtig.«

IW 3-3 »Jede*r soll programmieren können.«

IW 3-4 »Informatik führt zu einem besseren Verständnis der Welt.«

IW 3-5 »Informatik dient der allgemeinen Bildung, die Lehrkräfte vermitteln sollen.«

(vgl. Appendix: 2018 – pre, S. 248; 2018 – post, S. 253; 2019 – pre, S. 258; 2019 – post, S. 261)

Annahme Die Zustimmung zu den Aussagen fällt nach dem Besuch der Lehrveranstaltung stärker aus.

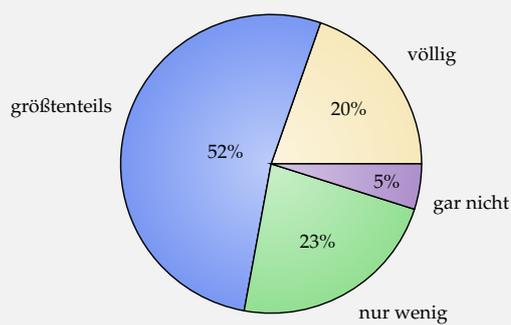
Resultate Es kann festgehalten werden, dass sich die Aussagen zur Informatik i. W. stabil entwickelt haben, wohingegen die studentische Selbsteinschätzung der Kenntnisse zu den Inhaltsbereichen (IW 2) sogar angestiegen war. Dies ist daran auszumachen, dass es von vorne herein hohe Zustimmung dafür gab, dass Informatik in der alltäglichen Lebenswelt unterstütze, aber im pre-post-Vergleich keine signifikante Steigerung dieser Werte nach Besuch der Lehrveranstaltung erzielt werden konnte. RUMM führt an, dass möglicherweise der Titel der Lehrveranstaltung »Informatik im Alltag« bereits zuvor hohe Erwartungen geweckt hat und die Personen anspricht, die von der Bedeutsamkeit von Informatik ohnehin überzeugt sind. Während hoher Zuspruch zum Thema Verschlüsselung zu verzeichnen ist, der, wie RUMM vorschlägt, ggf. auf die hohe mediale Präsenz des Themas Datenschutz zurückzuführen sei, wobei zu bemerken gelte, dass nicht erfasst wurde und damit unklar ist, was die Studierenden unter einer Verschlüsselung verstehen (vgl. Rumm 2020, S. 49, 53). Im Gegenzug erweist sich die Zustimmung zur Aussage, dass jeder programmieren können sollte, als eher gering. Zu beachten ist hier insbesondere, dass die Vorlesung V₁ bereits Programmierpraxis für die Studierenden im Rahmen einer Hörsaalübung (s. o.) vorsieht. Ob und, wenn ja, welchen Einfluss diese praktische Erfahrung gehabt hat, lässt sich dem Datenbestand nicht entnehmen. Eine Vermutung wäre, dass einige der Studierende das Programmieren als sehr komplexe Tätigkeit wahrgenommen haben (vgl. die Beschreibung der Lernausgangslage in 5.2) und dadurch zu dem Schluss gelangt sind, dass die Fähigkeit zu programmieren nicht allgemein hin von jeder Person beherrscht werden müsse.

Während für IW 3-4 die Zustimmung insgesamt sinkt, bleibt die Ansicht, dass Informatik zur allgemeinen Bildung gehört, welche Lehrkräfte vermitteln sollen, na-

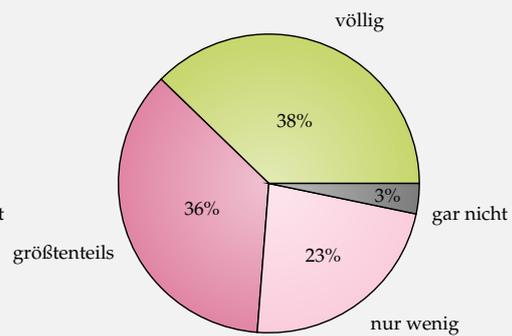
hezu stabil bzw. erfährt gar leichte Verbesserung. Dies ist insbesondere interessant vor dem Hintergrund, dass überwiegend Lehramtsstudierende an der Lehrveranstaltung teilnehmen.

Mit Blick auf die oben genannte Annahme ist zu konstatieren, dass eine sich über alle Aussagen deutliche Steigerung der Zustimmung nach dem Besuch der Lehrveranstaltung nicht auftritt.

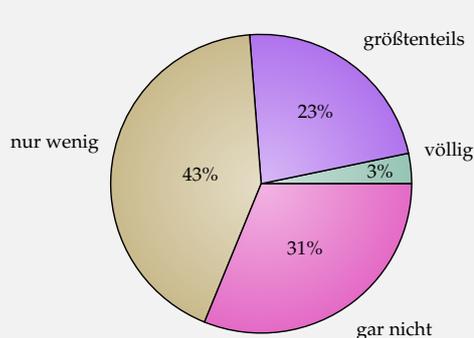
IW 3 – Aussagen zur Informatik im persönlichen Alltag der Studierenden – Eingangsbefragung zur Vorlesung V₁



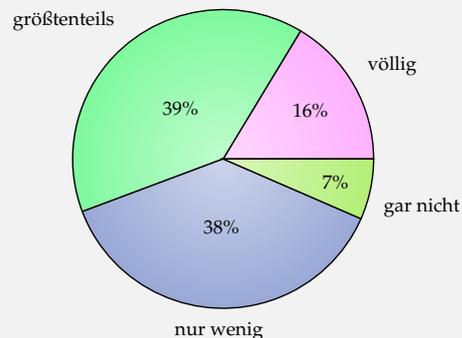
»Mir hilft Informatik bei der Bewältigung alltäglicher Lebenssituationen (z. B. Einkaufen, Freizeit, Medizin ...).«



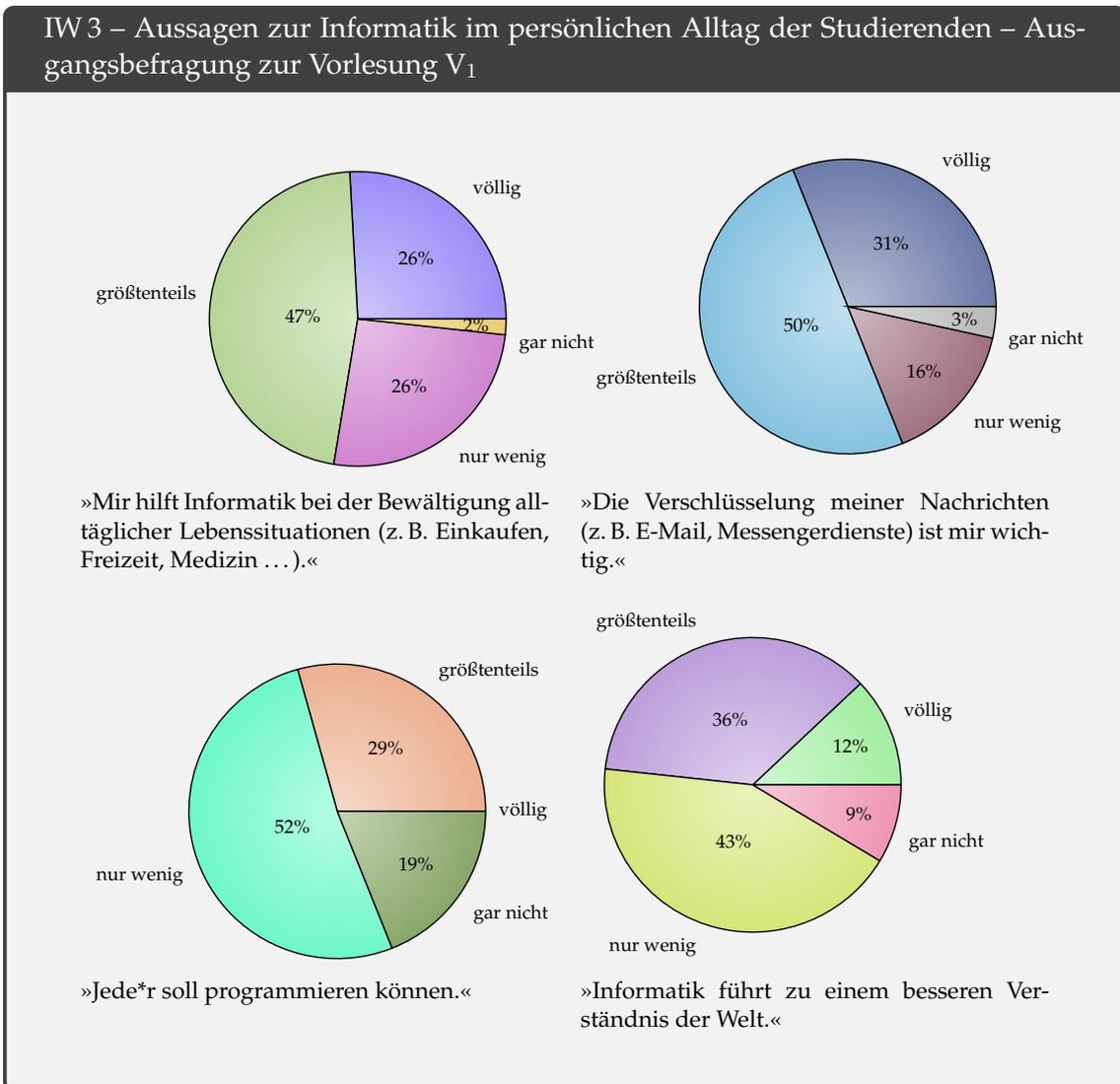
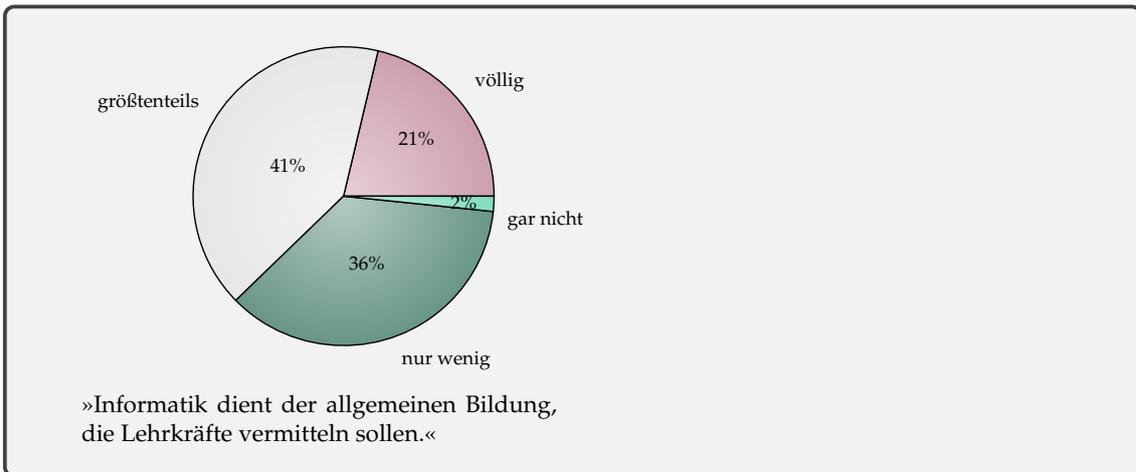
»Die Verschlüsselung meiner Nachrichten (z. B. E-Mail, Messengerdienste) ist mir wichtig.«

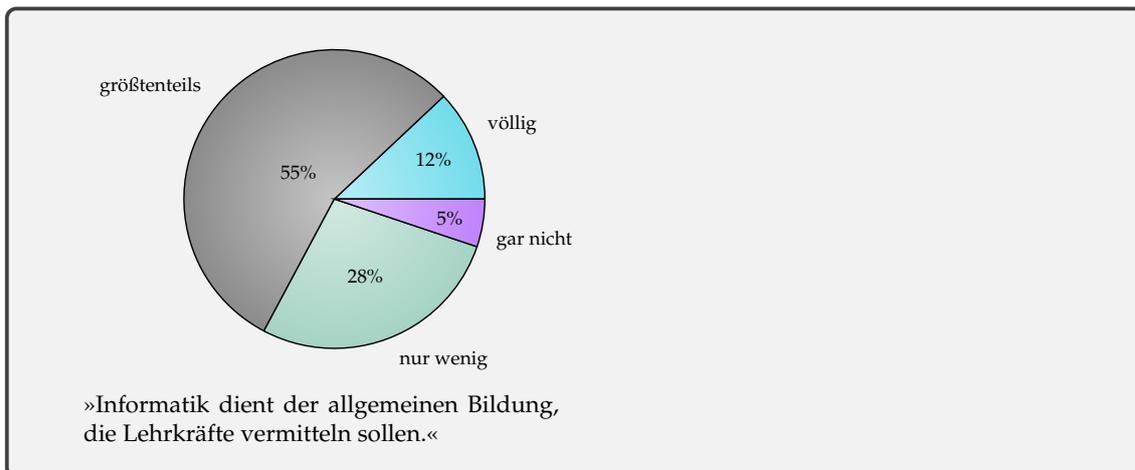


»Jede*r soll programmieren können.«



»Informatik führt zu einem besseren Verständnis der Welt.«





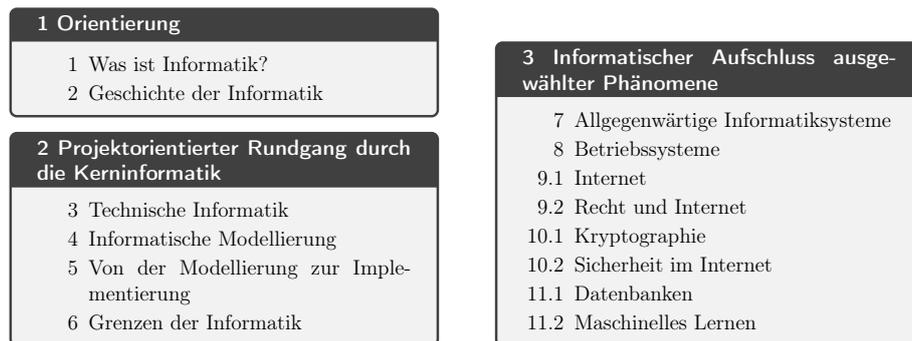
5.5. Vorlesung V₂ – Veranstaltungsentwurf

5.5.1. Vorbereitung und Durchführung

Aufgrund der erhobenen Einschätzungen der Studierenden in Vorlesung V₁ wurden für den Veranstaltungsentwurf V₂ Anpassungen vorgenommen. All dem voran steht die grundsätzliche Reduktion der Zahl an Semesterwochenstunden aller Vorlesungselemente von vier auf zwei. Diese Entscheidung begründet sich in der bereits dargestellten breit vertretenen Auffassung der Studierenden, dass die Vorlesung zwar *vielseitig*, aber vor allem *komplex* sei. Das Vorlesungselement »Recht und Internet« wurde mit den Elementen »Grundlagen und Sicherheit im Internet« vereint. Durch diese terminlichen »Einsparungen« war es möglich, in einzelnen Wochen zentrale Hörsaalübungen einzubetten. Der kerninformatische Block wurde durch Übungen zur Modellierung und Implementierung mit der Calliope begleitet (vgl. Kap. 6).

Neben der quantitativen bzw. stofflichen Entlastung gehört zur Reduktion der Komplexität auch, dem geäußerten Wunsch nach einem »roten Faden« durch stärkere und transparentere Kohärenz der einzelnen Veranstaltungselemente nachzukommen. Um den Studierenden in diesem Sinne einen schlüssigen Weg durch die Veranstaltung aufzuzeigen, weist die Vorlesung V₂ die in Abb. 5.3 vorgenommene Modularisierung auf.

Die Veranstaltung war bisher durch eine starke informatikfachwissenschaftliche Orientierung geprägt. Damit erfahren die Studierenden an einigen Stellen die große fachliche Komplexität und nur geringe Lebensweltbezüge. Um dem zu begegnen, wurde die Veranstaltung durch den dargestellten Ansatz (s. Abb. 5.3) so angereichert und umgestaltet, dass die Studierenden informatische Kompetenzen in allen von SEEGERER und ROMEIKE aufgestellten Kategorien (vgl. Seegerer und Romeike 2018, S. 20) entwickeln können. Dabei sollen Theorie und Praxis stärker verzahnt werden, indem in jeder Woche einer Vorlesung eine praktische Hörsaalübung zugeordnet wird. Die Veranstaltung als Ganzes wird modularisiert (s. Abb. 5.3): Auf die anfängliche Orientierungsphase, folgt ein projektorientierter Rundgang durch die Kerninformatik. Diese Exposition möge als Grundlage für die Gestaltungs- und Entscheidungskompetenz der Studierenden am Beispiel des Mi-

Abbildung 5.3.: Konzept der Vorlesung V₂

crocontrollers Calliope (vgl. Joost u. a. 2018; Hasenclever 2017) gelten. Der informatische Aufschluss ausgewählter Phänomene bietet die Möglichkeit – auf Basis der kerninformatischen Kompetenzen –, Aspekte der Anwendung mit konkretem Berufs- bzw. Lebensweltbezug zu erarbeiten. Dies ist das erste Mal, dass die parallel stattfindende Projektorientierung zur Vertiefung informatischer Methoden, die in eine eigene Lehrveranstaltung ausgelagert wurde, in die Vorlesung zurückwirkt. In der Pilotierung des projektorientierten Lehrformates wurde bereits die Calliope eingesetzt (vgl. 6.1).

Im Rahmen wissenschaftstheoretischer Überlegungen zur Informatik wirft DENNING folgende, grundlegende Fragen auf: »What is computation? What is information? What can we know through computing? What can we not know through computing? How can we build complex systems simply?« (Denning 2008, S. 2). Für eine geeignete Darstellung der Wissenschaft Informatik in didaktischen Zusammenhängen empfiehlt CLAUS folgende Zielbereiche (vgl. Claus 1991, S. 149):

- (a) wissenschaftsbezogener Bereich,
- (b) Zukunftsaspekte,
- (c) Einsatz–Anwendungen–Auswirkungen bis heute,
- (d) Nutzen (und Schaden),
- (e) Grundtechniken und Unterstützungscharakter

Mit den Teilveranstaltungen »Was ist Informatik?« und »Geschichte der Informatik« wird dem wissenschaftsbezogenen Bereich bereits begegnet; dieses Element ist auch laut empirischem Befund grundlegend für den Aufschluss der Informatik und wurde explizit positiv konnotiert. Die Teilveranstaltungen »Allgegenwärtige Computer: Eingebettete Echtzeitsysteme«, »Betriebssysteme«, »Wer liest meine E-Mails und kennt meine Passwörter?«, »Die öffentliche Vereinbarung von Geheimnissen«, »Sicherheit im Internet«, »Suchen in großen Datenmengen – Datenbanken und Suchmaschinen« sowie »Maschinelles Lernen« sind den Zielbereichen »Zukunftsaspekte«, »Einsatz – Anwendungen – Auswirkungen bis heute«, »Nutzen (und Schaden)« dienlich. Der Beantwortung der von Denning aufgeworfenen Fragen kann insbesondere über die *kerninformatischen* Fachgebiete abgedeckt werden, die in »reiner Form« bislang zu wenig Berücksichtigung in der Veranstaltung gefunden haben. Der bisherige Ansatz ist stark an den Fachgegenständen

Kompetenzklassen	Veranstaltung	fachwissenschaftliche und fachdidaktische Referenz
Anwenden	»Allgegenwärtige Computer: Eingebettete Echtzeitsysteme«, »Betriebssysteme«, »Wer liest meine E-Mails und kennt meine Passwörter?«, »Die öffentliche Vereinbarung von Geheimnissen«, »Sicherheit im Internet«, »Suchen in großen Datenmengen – Datenbanken und Suchmaschinen« sowie »Maschinelles Lernen«	(c),(e) (s. S. 125)
Gestalten	»Rechnerarchitektur«, »Mensch-Maschine-Schnittstellen«, »Modellierung und Implementierung« sowie »Zeichen und Zahlen als 0 und 1«	Denning 2008; Strukturen und Funktionen Engbring 2018
Entscheiden	»Geschichte der Informatik«, »Grenzen der Informatik«, »Recht und Internet« sowie »Informatische Bildung«	(b),(d) (s. S. 125); gesellschaftlich-kulturelle Wechselwirkungen Engbring 2018

Tabelle 5.13.: Zuordnung der Kompetenzklassen informatischer Literalität zu Teilen der Veranstaltung

einzelner (den Studierenden nicht transparenten) Fachgebiete orientiert gewesen; damit ist auch der zu Tage getretene Mangel an Kohärenz erklärbar.

Wird nun die fachdidaktische Perspektive der Phänomenorientierung hinzugenommen, so ist zu konstatieren, dass Beispiele aus allen drei »Phänomenbereichen« (Humbert und Puhlmann 2004, S. 4) in die Veranstaltung eingebettet werden sollten und exemplarisch in je einer Teilveranstaltung informatisch untersetzt werden. Dadurch könnte sichergestellt werden, dass auf diese Weise der hohen Komplexität begegnet werden kann. Die zuletzt gelisteten Teilveranstaltungen eignen sich dazu in besonderer Weise. Das in (Puhlmann 2003, S. 138) vorgestellte Konzept informatischer Literalität ermöglicht folgende Aufstellung:

Eine Betonung der Kompetenzklasse »Anwenden« begegnet den nachgewiesenen Problemzonen beim Berufs- und Lebensweltbezug und adressiert Claus' Zielbereiche »Einsatz – Anwendungen – Auswirkungen bis heute« (c) und »Grundtechniken und Unterstützungscharakter«. Die Kompetenzklasse »Gestalten« hingegen sollte in einem kerninformatischen Modul einen Schwerpunkt bilden. Damit kann dem Problem hoher Komplexität Rechnung getragen werden. Der Programmierpraxis und der technischen Informatik wird in praktischer Ausführung mehr Zeit eingeräumt. Das große Interesse an der Reflexion gesellschaftlich-kultureller Wechselwirkungen spiegelt sich in der Kompetenzklasse »Entscheiden« wieder. Die Teilveranstaltung »Was ist Informatik?« muss beim Überblick über die Informatik einen »roten Faden« aufzeigen, der die einzelnen Veranstaltungselemente kohärent in den informatischen Modellierungsprozess einbindet. Somit wird einerseits die jeweilige Schwerpunktsetzung (Anwendung, Gestaltung oder Entscheidung) einer Teilveranstaltung für die Studierenden transparent; andererseits wird der prozessuale Zusammenhang der Kompetenzklassen verdeutlicht, der in den Teilveranstaltungen stets mitgedacht werden sollte.

Vorlesungsabfolge »Informatik im Alltag« (V₂)

- | | |
|--|---------------------------------------|
| 1. a) Was ist Informatik? – Begriffsbildung | 7. Internet |
| b) Was ist Informatik? – Arbeitsweise | 8. Kryptologie |
| c) Was ist Informatik? – Geschichte | 9. Sicherheit im Internet |
| 2. Technische Informatik | 10. Suchmaschinen |
| 3. a) Modellierung: Objektorientierung | 11. Maschinelles Lernen |
| b) Modellierung: Algorithmen und Datenstrukturen | 12. Mensch-Maschine-Interaktion |
| 4. Grenzen der Informatik | 13. Informatik und Allgemeinbildung |
| 5. Allgegenwärtige Computersysteme | 14. Präsentation |
| 6. Betriebssysteme | 15. Evaluation, Reflexion, Diskussion |

5.5.2. Nachbereitung

Relevanz und Verständlichkeit

IL 3 – Verständlichkeit

Verständlichkeit (gut verständlich(1) – nicht verständlich(6))

(vgl. Appendix ??, S. ??)

IL 2 – Relevanz

Relevanz (hohe Relevanz (1) – keine Relevanz (6))

(vgl. Appendix ??, S. ??)

Annahme Sowohl Verständlichkeit als auch Relevanz haben sich im Vergleich zur Vorlesung V₁ gesteigert.

Resultate Schaut man auf die Ergebnisse (vgl. Tab. 5.17), stellt man fest, dass im Mittel die Verständlichkeit einer Veranstaltung bei 2,15 liegt, die Relevanz bei 2,18. Bei V₁ (vgl. Tab. 5.9) lag dieses Mittel für die Verständlichkeit bei 3,03 und für die Relevanz bei 3,33. Daraus wird ersichtlich, dass die Befragten nach dem Besuch der Vorlesungselemente von V₂ offenbar mehr persönlichen Gewinn aus der Lehrveranstaltung ziehen konnten und den Themen schließlich auch mehr Relevanz beimaßen. Beachtenswert ist, dass der positive »Anstieg« bei allen Elementen auf nahezu gleichmäßiges Niveau (um das Mittel von 2,15) zu verzeichnen ist – lediglich die Elemente »Betriebssysteme«, »Maschinelles Lernen« und »Mensch-Maschine-Interaktion« bleiben leicht zurück. Dass bei jedem Element der Umfang (im Rahmen der Halbierung der Semesterwochenstunden s. o.) ebenfalls etwa halbiert wurde, könnte eine Erklärung für die deutlich bessere Verständlichkeit über alle Elemente hinweg sein. Die Dozierenden waren dazu angehalten, ihr jeweili-

Inhaltsbereich	Eingangsbefragung				Ausgangsbefragung			
	<i>keine</i>	<i>vereinzelte</i>	<i>grundlegende</i>	<i>fortgeschrittene</i>	<i>keine</i>	<i>vereinzelte</i>	<i>grundlegende</i>	<i>fortgeschrittene</i>
Algorithmen	56 %	33 %	11 %	0 %	20 %	31 %	41 %	8 %
Information und Daten	33 %	50 %	15 %	2 %	0 %	49 %	46 %	5 %
Informatiksysteme	20 %	33 %	43 %	4 %	0 %	13 %	59 %	28 %
Informatik und Gesellschaft	41,5 %	41,5 %	17 %	0 %	3 %	28 %	51 %	18 %
Sprachen und Automaten	43 %	33 %	20 %	4 %	18 %	41 %	31 %	10 %

Tabelle 5.15.: Entwicklung der studentisch selbsteingeschätzten Kenntnisse zu den Inhaltsbereichen der GI-Bildungsstandards Informatik (Gesellschaft für Informatik e. V. 2008) in Vorlesung V₂

ges Vorlesungsthema so umzugestalten, dass der wesentliche thematische Kern in 90 Minuten fachfremden Personen vermittelt werden kann. Eine Einschränkung für die Ergebnisse dieser Befragung (und die daraus gezogenen Schlüsse) ist die Anzahl der Befragten. Nichtsdestoweniger kann die anfängliche Annahme durchaus als bestätigt angesehen werden.

Vorlesungselement	Verständlichkeit	Relevanz
Was ist Informatik?	1,8	2,2
Technische Informatik	1,7	2,1
Modellierung und Implementierung	2,0	2,4
Grenzen der Informatik	1,9	2,6
Eingebettete Echtzeitsysteme	2,4	2,0
Betriebssysteme	2,8	2,9
Grundlagen und Sicherheit im Internet	2,1	1,9
Kryptographie	2,3	2,7
Suchmaschinen	1,9	2,1
Maschinelles Lernen	2,4	2,8
Mensch-Maschine-Schnittstellen	2,4	2,7

Verständlichkeit: gut verständlich (1,0) – nicht verständlich (5,0)

Relevanz: hohe Relevanz (1,0) – keine Relevanz (5,0)

Tabelle 5.17.: Verständlichkeit und Relevanz der Vorlesungselemente aus Sicht der Studierenden nach Besuch der Vorlesung V₂ (Mittelwerte)

Inhaltsbereich	Eingangsbefragung				Ausgangsbefragung			
	<i>keine</i>	<i>vereinzelte</i>	<i>grundlegende</i>	<i>fortgeschrittene</i>	<i>keine</i>	<i>vereinzelte</i>	<i>grundlegende</i>	<i>fortgeschrittene</i>
Algorithmen	52 %	25 %	21 %	2 %	28 %	32 %	35 %	5 %
Information und Daten	30 %	44 %	23 %	3 %	16 %	34 %	48 %	2 %
Informatiksysteme	3 %	18 %	59 %	20 %	5 %	12 %	52 %	31 %
Informatik und Gesellschaft	21 %	46 %	30 %	3 %	9 %	36 %	43 %	12 %
Sprache und Automaten	39 %	37 %	21 %	2 %	10 %	54 %	29 %	7 %

Tabelle 5.19.: Entwicklung der studentisch selbsteingeschätzten Kenntnisse zu den Inhaltsbereichen der GI-Bildungsstandards Informatik (Gesellschaft für Informatik e. V. 2008) in Vorlesung V₁

Studentische Kenntnisse zu informatischen Inhaltsbereichen

IW 2

Bitte geben Sie Ihre Einschätzung zu Ihren eigenen Kenntnissen in den genannten Bereichen an. [Inhaltsbereich]

(vgl. Appendix: 2018 – pre, S. 248; 2018 – post, S. 253; 2019 – pre, S. 258; 2019 – post, S. 261)

Annahme Nach dem Besuch der Veranstaltung äußern die Studierenden insgesamt eine verbesserte Selbsteinschätzung.

Resultate Es handelt sich wohl bemerkt um Selbsteinschätzungen von »Kenntnis« bzw. Kompetenz. RUMM (2020) hat die Auswertung von IW 2 für Vorlesung V₁ in seiner Masterthesis dokumentiert (vgl. Tab. 5.19). Erwartungsgemäß starten die Studierenden mit einer niedrigen Selbsteinschätzung. Stark ausgenommen davon ist der Inhaltsbereich »Informatiksysteme«, in dem sich die Verteilung der selbsteingeschätzten Vorkenntnis sogar umkehrt; RUMM führt dafür die Ubiquität der Informatiksysteme ins Feld (vgl. ebd., S. 42), die den Menschen suggeriert, dass Informatiksysteme dermaßen alltäglich sind, dass sie auch einfach zu handhaben seien. RUMM kommt in seiner Analyse zu dem Schluss, »dass die Kenntnisse der Teilnehmenden in nahezu allen Bereichen als gestärkt nach dem Besuch der Ringveranstaltung anzusehen sind« (ebd., S. 46). Ausgenommen davon ist der Inhaltsbereich »Sprachen und Automaten«, was damit erklärt werden kann, dass er nicht explizit in eines der Veranstaltungsthemen eingewoben ist. Dennoch ergibt die Ausgangs-

befragung eine Bestätigung der genannten Annahme. Die Ergebnisse der zweiten Durchführung in Vorlesung V₂ bestätigen die Entwicklung der Studierenden (vgl. Tab. 5.15).

5.6. Vorlesung V₃ – Veranstaltungsentwurf

5.6.1. Vorbereitung und Durchführung

In Vorlesung V₁ waren die drei Hörsaalübungen noch unmittelbar in die Teilvorlesungen zur Modellierung und Implementierung integriert (als »praktische halbe Stunde«), um die aktive Auseinandersetzung der Studierenden mit der Programmierung zu fördern. Dadurch erleben sie eine eigene informatische Modellierungserfahrung. Aufgrund der positiven Erfahrungen mit der studentischen Programmierpraxis und dem Wunsch nach mehr Interaktivität, wurden in Vorlesung V₂ fünf eigene Termine für Hörsaalübungen geschaffen. Für Vorlesung V₃ ist ein Tutorium als weitere Lehrveranstaltung für projektorientierte Aufgaben, die die Vorlesungsthemen begleiten, entwickelt worden (vgl. Kap. 6). Dadurch bedurfte es einer weiteren zeitlichen und stofflichen Entlastung der Vorlesung V₃. Dies konnte durch folgende Maßnahmen erreicht werden: Die Teilveranstaltungen »Betriebsysteme« und »Technische Informatik« wurden zum neuen Element »Rechnerarchitektur und Betriebssysteme« zusammengelegt. Die drei in Vorlesung V₂ unter »Was ist Informatik?« geführten Vorlesungselemente wurden zu zwei Elementen umgestaltet. Die Teilvorlesung zu »Suchmaschinen« konnte nicht mehr als eigenes Element Berücksichtigung finden, wesentliche Aspekte bedienen aber die Elemente zu Grundlagen und Sicherheit im Internet. Das Element »Mensch-Maschine-Interaktion« musste als spezifische Modellierungsperspektive ebenfalls zurücktreten. Diese großzügigere Reduktion an Elementen hatte auch zur Folge, dass die Zahl der Dozierenden verringert werden konnte auf 9 Dozierende (in Vorlesung V₁ waren es noch 14 Lehrende). Dadurch ist die terminliche Organisation einfacher zu handhaben und etwaige Absprachen außerhalb der Lehrveranstaltungen sind leichter umzusetzen.

Vorlesungsabfolge »Informatik im Alltag« (V₃)

1. Was ist Informatik?
 - a) Informatik – Begriffsbildung
 - b) Informatik – Ideengeschichte
2. Kerninformatik
 - a) Rechnerarchitektur und Betriebssysteme
 - b) Modellierung und Implementierung am Beispiel Objektorientierung
 - c) Algorithmen und Datenstrukturen
 - d) Grenzen der Informatik
3. Ausgewählte Kapitel/Phänomene

- a) Grundlagen des Internets
 - b) Kryptologie
 - c) Sicheres Internet
 - d) Darstellung von Zeichen und Zahlen
 - e) Allgegenwärtige Computersysteme – Eingebettete Echtzeitsysteme
 - f) Maschinelles Lernen
4. Reflexion
- a) Informatik – Allgemeinbildung
 - b) Präsentation und Reflexion

Schließlich wurde im Zuge dieser größeren Veränderung der »rote Faden« als fortlaufender Weg durch die Lehrveranstaltung und gleichsam durch die Informatik in vier Phasen weiterentwickelt (vgl. Abb. 5.4):

Orientierung Diese Phase beabsichtigt, den Studierenden einen Überblick über die Informatik unter der Leitfrage »Was ist Informatik?« zu bieten und dabei auch wissenschaftstheoretische Aspekte zu diskutieren.

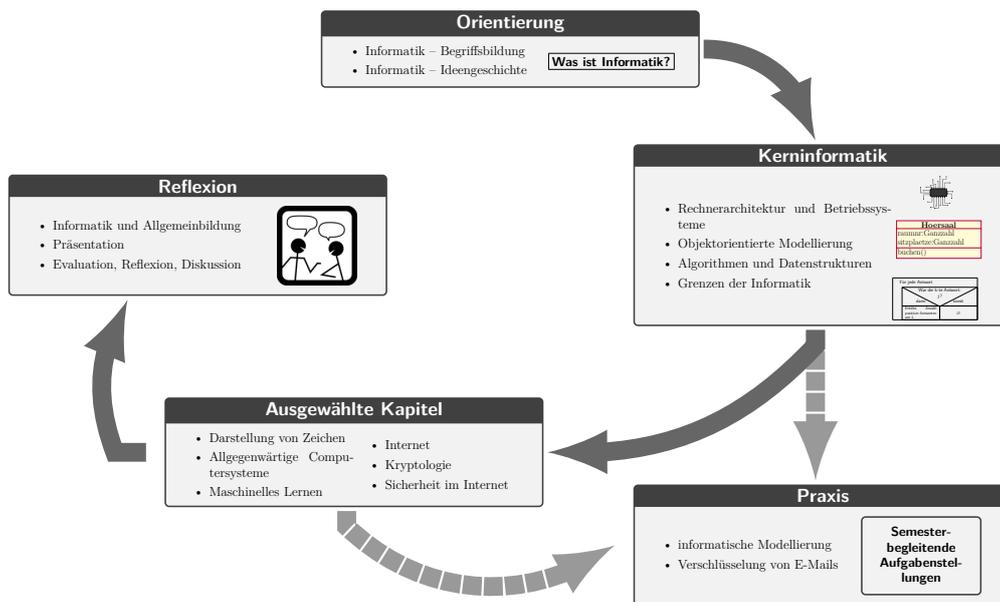
Kerngebiete Durch diese Phase wird sichergestellt, dass Grundlagen aus den Kernfachgebieten der Theoretischen, Technischen und Praktischen Informatik Teil der Ringvorlesung sind.

Ausgewählte Kapitel der Informatik Die Informatik in ihrer Breite darzustellen – allerdings: *exemplarisch* – ist Ergebnis der langjährigen Erfahrung in der Veranstaltungsdurchführung. Einer stofflichen Überfrachtung wird durch die Auswahl einzelner Elemente informatischer Bildung vorgebeugt.

Reflexion Um die entwickelten Kompetenzen und kennengelernten Gegenstände der Informatik in der eigenen Lebens- und Berufswelt reflektiert einordnen zu können, hat sich diese Phase der Reflexion etabliert. Zudem präsentieren die Studierenden einander die individuell erarbeiteten Produkte ihrer praktischen Arbeit (vgl. Kap. 6).

5.6.2. Nachbereitung

Die in dieser Arbeit dokumentierte Nachbereitung von Vorlesung V_3 wird – um einen Ausgang aus dem Forschungszyklus zu definieren – lediglich auf die Betrachtung der Verständlichkeit und Relevanz der Vorlesungselemente aus Sicht der Studierenden nach Besuch der Vorlesung V_3 beschränkt. Dies geschieht insbesondere vor dem Hintergrund, dass die Lehrveranstaltung stets die Inhalte, die Struktur (Vorlesung und Tutorium mit semesterbegleitenden Aufgabenstellungen), die Prüfungsanforderungen und die fachdidaktischen Gestaltungsideen – also etwa die o. g. Phasierung – in den folgenden Durchgängen beibehalten hat (vgl. Losch, Humbert, Eicker u. a. 2021–2022; Losch, Humbert, Eicker u. a. 2022–2023).

Abbildung 5.4.: Darstellung der Lehrveranstaltungskonzeption zur Vorlesung V₃

IL 3 – Verständlichkeit

Verständlichkeit (1: gar nicht verständlich – 5: sehr verständlich))

(vgl. Appendix ??, S. ??)

IL 2 – Relevanz

Relevanz (1: gar nicht relevant – 5: sehr relevant)

(vgl. Appendix ??, S. ??)

Schaut man nun auf Verständlichkeit und Relevanz so zeigen sich Werte zwischen 3,2 und 4,2, dementsprechend liegen die Mittelwerte für Verständlichkeit und Relevanz bei 3,68 bzw. 3,79. Dies ist als sehr positives Resultat anzusehen⁷. Dass keine Abweichungen einzelner Veranstaltungsteile auftreten, spricht für eine kohärente Ausgestaltung der Lehrveranstaltung, die Erwartungen erfüllt und zum Verständnis beiträgt. Besonders sind die Elemente »Sicheres Internet« sowie »Algorithmen und Datenstrukturen« (in beiden Kategorien) hervorzuheben. Dies lässt sich durch die projektorientierte Erweiterung der Vorlesung und das Tutorium erklären, da die Studierenden sich für die semesterbegleitenden Aufgabenstellungen anhand dieser beiden Vorlesungselemente wesentliche Gegenstände und Methoden erschließen können. Die vorausgehenden Erhebungen der Vorlesungen V₁ und V₂ haben gezeigt, dass die Sicherheit im Internet seit jeher ein bei den Teilnehmenden äußerst beliebtes Thema war, das auch als relevant empfunden

⁷ Hier sei der wichtige Hinweis gestattet, dass die Skala für diesen letzten Durchgang *invertiert* wurde. Diese Entscheidung ist der Formatierung, nicht jedoch einer Forschungsabsicht geschuldet.

wurde. Bei der Modellierung und Implementierung bzw. den Algorithmen und Datenstrukturen als Teil dessen gestaltete sich die Situation gänzlich anders und die Studierenden haben den Vorlesungsteil als schwer verständlich und nicht relevant eingeordnet (vgl. Tab. 5.9). Somit wird den Studierenden schließlich eine konstruktive, informatische Modellierungserfahrung zuteil, die sich als Grundmoment des Lehrkonzeptes herausentwickelt hat – initiiert und befördert durch die projektorientierte Vertiefung informatischer Methoden, die im folgenden Kapitel erörtert wird (vgl. Kap. 6).

Vorlesungselement	Relevanz	Verständlichkeit
Informatik – Begriffsbildung	3,8	4,0
Informatik – Ideengeschichte	3,4	3,7
Rechnerarchitektur und Betriebssysteme	3,4	3,6
Modellierung und Implementierung	4,0	3,6
Algorithmen und Datenstrukturen	4,0	3,8
Grenzen der Informatik	3,5	3,2
Grundlagen des Internets	4,2	3,7
Kryptographie	3,9	3,4
Sicheres Internet	4,1	4,0
Darstellung von Zahlen und Zeichen	3,4	3,9
Eingebettete Echtzeitsysteme	4,1	3,7
Maschinelles Lernen	3,8	3,3
Informatik – Allgemeinbildung	3,8	3,8

Verständlichkeit: gar nicht verständlich (1,0) – sehr verständlich (5,0)

Relevanz: gar nicht relevant (1,0) – sehr relevant (5,0)

Tabelle 5.21.: Verständlichkeit und Relevanz der Vorlesungselemente aus Sicht der Studierenden nach Besuch der Vorlesung V_3 (Mittelwerte)

6. Entwicklung einer projektorientierten Erweiterung des Lehrformates als exemplarische Vertiefung im Bereich informatischer Methoden

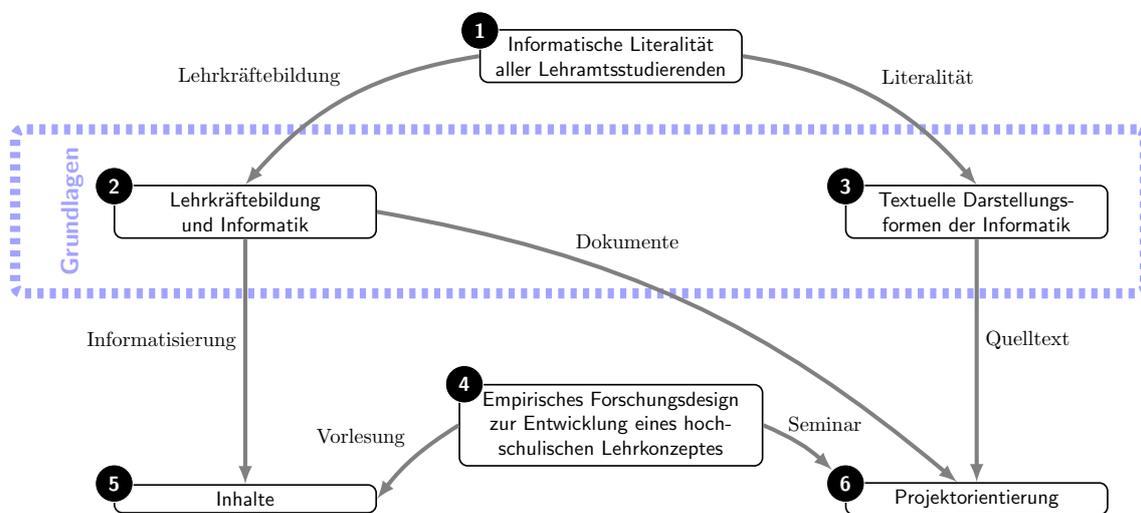


Abbildung 6.1.: Strukturskizze

Die FF2.2: »Mit welchen Methoden lässt sich die Zielperspektive umsetzen?« fragt nach den methodischen Gestaltungsaspekten eines Lehrformates, das der informatischen Literalität der Lernenden zuträglich ist. In diesem Kapitel soll eine Erprobung der Projektorientierung einen Beitrag leisten, exemplarisch eine empirische Antwort auf die Forschungsfrage zu entwickeln. Hierbei wird die Projektorientierung als Möglichkeit angesehen, die informatische Kompetenzentwicklung seitens der Studierenden der in Kapitel 5 dargestellten Lehrveranstaltung zu vertiefen. Alternativ zur Projektorientierung wären ein »klassisches« Lehrformat oder Selbststudienanteile denkbar gewesen, allerdings weist die Projektorientierung eine ausgezeichnete Passung zur informatischen Modellierung auf: Die Lernenden konstruieren – ausgehend von einer lebensweltlichen Problemsituation – formale Modelle, die sie als Informatiksystem implementieren können. Schließlich interpretieren und bewerten sie die Ergebnisse ihrer Arbeit. Zum Durchlauf des informatischen Modellierungskreislaufes scheint sich die Projektorientierung also sehr gut anzubieten.

SINDRE identifiziert folgende Merkmale für projektorientiertes Lernen in informatikdidaktischen Zusammenhängen (Sindre u. a. 2018, S. 155 ff.):

- Lehrkontext
- Umfang der Implementierung
- Ansatz
- institutioneller Kontext
- Zusammensetzung von Personen
- Bewertung
- Projektvielfalt
- Freiheitsgrade
- Verpflichtungen

Der theory-first-Ansatz wird als traditioneller Ansatz betrachtet, bei dem ein schneller Fortschritt möglich sei, wodurch jedoch der individuelle Lernfortschritt zurückbleiben und zur Demotivation führen kann. Beim theory-project-Ansatz werden Projektarbeit und theoretische Grundlagen parallel geführt, sodass ein sukzessiver Kompetenzaufbau möglich sein könnte; beim project-first-Ansatz wird zwar unmittelbar mit der Projektarbeit (als Motivation) gestartet, doch sind fehlende theoretische Grundlagen beim Einstieg ggf. ein allzu großes Hindernis (vgl. Sindre u. a. 2018, S. 158).

Es geht jedoch nicht allein um die Entwicklung kerninformatischer Kompetenzen, sondern um den Aufbau eines vertiefenden Verständnisses von Informatik, für das Projektarbeit einen wichtigen Aspekt darstellt. Das in informatikdidaktischen Kontexten allgemein anerkannte problemorientierte Lernen ebnet eine Rampe für das projektorientierte Lernen; SINDRE spricht sich bei projektorientierten Lehrformaten für einen Bring Your Own Device (BYOD)-Ansatz aus; die Studierenden werden darüber hinaus mit einer (Software-)Infrastruktur ausgestattet, die ihnen den Austausch von Daten untereinander ermöglicht. Die Lehrperson muss Aufgabenstellung und Erwartungen transparent formulieren, die Bewertung sollte ein Lernprodukt sowie einen Projektbericht umfassen. Dritter Aspekt ist die Präsentation der Projektergebnisse. Das Auffinden eigener Problemstellungen und Meilensteine kann die Motivation, Kreativität und Identifikation mit dem Lernprodukt bei einer offenen Aufgabenstellung fördern (vgl. ebd., S. 151 ff.).

ROMEIKE kritisiert, dass Informatik – auch in Bildungszusammenhängen – allzu oft als Umgang mit Problemen wahrgenommen und umgesetzt wird, wobei Probleme keine persönlichen, kreativitätsförderlichen Herausforderungen¹ darstellen und fraglich für die Motivation der Lernenden sind (vgl. Romeike 2008, S. 122 f.). Der problemlösende Ansatz leitet sich aus der Wissenschaft Informatik ab, bei der in professionellen Kontexten i. d. R. das Problem eine*r Auftragnehmer*in gelöst wird. Diese Rolle übernimmt in informatischen Lehr- und Lernkontexten die Lehrperson, die eine Problemstellung vorgibt. Es sind folgende Schwierigkeiten in der Praxis zu bedenken: Problemstellungen sind vielmehr Aufgabenstellungen; Probleme sind stärker mathematisch geprägt als denn informatisch; und die Probleme sind (als Konsequenz) keine Probleme der Studierenden (vgl. ebd., S. 125 ff.).

Einen konstruktiven Ausgang aus dieser informatikdidaktisch schwierigen Lage bieten folgende Lösungsansätze: Die Lernenden definieren selbst eine Problemstellung. Dazu bedarf es insbesondere einer Offenheit bei der Aufgabenstellung, die zur Problemfindung anhält. Diese Offenheit bezieht sich auf möglichen Bearbeitungsaufwand, Relevanz, Originalität und die Identifikation der Studierenden mit der Aufgabenstellung.

¹ »As a challenge we consider a problem that is relevant to the student, which has an open ending and which preferably is chosen by the student himself« (Romeike 2008, S. 128).

Dabei ist darauf zu achten, dass die Lernenden sich nicht in der Offenheit verlieren, so dass die Lehrperson eine entsprechende Eingrenzung vornehmen muss. Sie kann in diesem Sinne inspirierende Beispiele anbieten, Kreativitätstechniken (z. B. Brainstorming) anwenden lassen oder eine Diskussion einleiten. Das Konzeptwissen für die Lösung der selbstgestellten Herausforderung muss in angemessener Form erarbeitet werden (vgl. ebd., S. 127 ff.).

Lehrformat	Bedeutung	Maßnahmen	Wintersemester
P ₀	Pilotierung der Projektorientierung	1. Intervention 1. Evaluation	2017/2018
P ₁	Pilotierung des Lehrformates »Projektseminar«	2. Intervention 2. Evaluation	2018/2019
P ₂	Durchgang 1	3. Intervention 3. Evaluation	2019/2020
	(öffentliche Veranstaltungsdokumentation: vgl. Losch 2019–2020)		
P ₃	Durchgang 2	4. Intervention 4. Evaluation	2020/2021
	(öffentliche Veranstaltungsdokumentation: vgl. Losch 2020–2021)		

Tabelle 6.2.: Übersicht der einzelnen Durchgänge zur Weiterentwicklung der Lehrveranstaltung

6.1. Pilotierung der Projektorientierung

Die in Kapitel 5 vorgestellte Lehrveranstaltung »Informatik im Alltag« wurde bereits parallel zur Vorlesung V₀ um ein projektorientiertes Übungsformat erweitert. Dort betrachteten die Studierenden Elemente ihrer primär studierten Fachkontexte unter informatischer Perspektive; daraus gestalteten sie schließlich individuelle, fachspezifische Projektarbeiten unter Einsatz informatischer Denk- und Arbeitsweisen. In der Pilotierung P₀ hieß das konkret, dass sie die Möglichkeit hatten, objektorientiert ein Python-Programm zu entwickeln, oder funktional den Mikrocontroller Calliope (vgl. Joost u. a. 2018) mit einer ikonisch block-orientierten Sprache zu programmieren, oder eine Website mit Hypertext Markup Language (HTML), Cascading Style Sheets (CSS) und Java Script zu gestalten. Die Studierenden konnten laut Modulhandbuch zwei ECTS für das Absolvieren der gesamten Veranstaltung erwerben. Die Vorlesung V₀ umfasste vier Semesterwochenstunden, sodass abzüglich der Präsenztermine sowie der Vor- und Nachbereitung der Vorlesung nur ein sehr beschränkter Zeitraum zur Verfügung stand; der Übung kam so neben den originären Zielen auch Elemente der Nachbereitung der Vorlesungsveranstaltungen zu.

Konzeptuell stand den Studierenden damit eine Auswahl zwischen klassisch textueller Programmiersprache, block-basierter Programmiersprache und Mischung aus zwei textuellen Beschreibungs- und einer textuellen Programmiersprache offen. Dabei sind ins-

besondere folgende zwei Forschungsperspektiven interessant: Zum einen können Erfahrungen in der Lehrkräftebildung im deutschsprachigen Raum im Rahmen des Diskurses zwischen textueller und block-basierter Programmiersprache gesammelt werden, der international insbesondere durch die Studien von WEINTROP und WILENSKY befördert wurde (vgl. Weintrop und Wilensky 2015; Weintrop 2016; Weintrop und Wilensky 2017); zum anderen steht die Entwicklung eines potentiell persönlich bedeutsamen Lernproduktes (i. e. Website) im Kontrast zu den theoretischen Grundlagen, die die Auseinandersetzung mit mehreren formalen Sprachen (HTML, CSS und Java Script) erfordert. Dies ist von GUZDIAL (2018) bereits kritisch hinterfragt worden.

6.1.1. Vorbereitung und Durchführung

Die projektorientierte Übung wurde zeitlich parallel zur Vorlesung V_0 als dreiteilige Blockveranstaltung durchgeführt und von Studierenden für das Lehramt der Sekundarstufe I² besucht. Bereits vor Beginn der ersten Vorlesung wurde den Teilnehmenden der Übung ein Beobachtungsauftrag gestellt, bei dem Verknüpfungen zwischen Informatik und den eigenen Unterrichtsfächern gefunden werden sollten.

Erster Block Im ersten Block erhielten die Studierenden – neben einer orientierenden Vertiefung von Elementen der Vorlesung – den Auftrag, Projektideen zu generieren, die sich auf ihre studierten Unterrichtsfächer bezogen. Nach den ersten vier Vorlesungswochen bot sich eine Anknüpfung an die Vorlesung zur kurzen Wiederholung der Vorlesungsinhalte, zur Beantwortung fachlicher Rückfragen sowie zur Fokussierung, Ergänzung und Vernetzung der Vorlesungsinhalte an. Die zentrale Frage, was Informatik und in diesem Zusammenhang »Informatiksysteme« sind, wurde aufgegriffen und grundlegend mit den Studierenden geklärt. Die Auseinandersetzung wurde dabei nicht nur im Gespräch, sondern auch durch enaktive Elemente, wie die Erprobung eigens von den Studierenden überlegter Sortieralgorithmen, gestaltet. Neben dieser informatikbezogenen Einführung sollten die Studierenden ihre individuelle, fachwissenschaftliche Perspektive anstrengen; dazu diskutierten sie die Ergebnisse des Beobachtungsauftrages zur Vorlesung. Schließlich bedurfte es einer Präsentation der drei möglichen Entwicklungsplattformen (Calliope, Python, Website) für die in der Übung zu entwickelnden und umzusetzenden Projektideen. Durch das Nachdenken über Zusammenhänge zwischen der eigenen Fachwissenschaft und Informatik sowie durch einen Einblick in die Implementierungsperspektive sollte den Studierenden die Möglichkeit eröffnet werden, uneingeschränkt eigene Projektideen zu entwickeln.

Zweiter Block Im zweiten Block stand die Modellierung im Fokus; erste Implementierungsansätze sollten darüber hinaus erprobt werden. Die Inhalte der zwei Vorlesungsveranstaltungen zur Modellierung und Implementierung wurden gesondert aufgegriffen, um anhand von gemeinsam erarbeiteten Minimalbeispielen (je Plattform eines) jenseits der individuellen Projektansätze den Modellierungskreislauf

² Der zugehörige Studiengang ist der Kombinatorische Bachelor of Arts (2-Fach-Bachelor) mit dem Schulprofil Haupt-, Real-, Gesamt- und Sekundarschulen; die Veranstaltung ist im bildungswissenschaftlichen Wahlpflichtbereich des Studienganges verortet.

Projekt	Plattform	Fach
Periodensystem	Python	Chemie
Personalinformation	Python	Englisch
Vokabelprogramm	Python	Englisch
Engl. Gesprächsphrasen	Python	Englisch
Studienfahrt	Python	Französisch
Quiz – Franz. Revolution	Website	Französisch
Dynamische Zeitleiste	Website	Geschichte
Lückentext	Website	Geschichte
Helligkeitssensor – Annäherung	Calliope	Kunst
Zuordnung Kunstwerk – Künstlernamen	Website	Kunst
Mathe-Quizbuzzer	Calliope	Mathematik
Temperatur – Negative Zahlen	Calliope	Mathematik
Quiz – Kreisringe	Python	Mathematik
Geometrie	Python	Mathematik
Dreiklänge	Calliope	Musik
Klassisches Musikstück	Calliope	Musik
Musik-Sampling	Website	Musik
Musiktheorie	Website	Musik
Schrittzähler	Calliope	Sport

Tabelle 6.3.: Studentische Projekte aus der Projektübung P₀

(Humbert 2006, S. 14) zu thematisieren. Elemente der Modellierung waren dabei die Erstellung von Skizzen, Beispielszenarien, detaillierten Beschreibungen, graphischen Spezifikationen, Objekt- und Klassenkarten, Struktogrammen oder Funktionsbeschreibungen; zudem war die Klärung von Fragen bezüglich der Leistungsfähigkeit und Schnittstellen der Entwicklungsplattformen vorgesehen. Bei der Implementierung sollte es zunächst um Prototyping mit einfachen Ein- und Ausgaben gehen. Letztlich sollten die Zwischenstände am Ende des zweiten Blockes reflektiert und Aufgaben für den dritten Block festgelegt werden.

Dritter Block Der dritte Block war für die abschließende Implementierung und Abrundung der Projekte vorgesehen.

Die Präsentation der Projekte in der letzten Sitzung der Vorlesung war neben der obligatorischen Präsenz in der Übung notwendige Voraussetzung für die Studierenden zur Leistungserbringung. Die Lernproduktpräsentation erfolgte in einem zweiphasigen Rundgang, bei dem sich die Studierenden gegenseitig ihre Projekte vorstellen konnten. Aus der Lerngruppe, die sich aufgrund einer Anzahl von 33 Teilnehmenden in zwei etwa gleichgroße Gruppen teilte, gingen insgesamt 19 Projekte hervor (vgl. Tab. 6.3). Sowohl Einzelarbeit als auch Partnerarbeit waren vorgesehen und wurden in Anspruch genommen.

6.1.2. Nachbereitung

Die Studierenden erhielten zwei schriftlich auszufüllende, anonyme Reflexionsbögen unmittelbar im Anschluss an die projektorientierte Übung (vgl. Appendix: Befragungen zur Projektorientierung, S. 273). Im ersten Reflexionsbogen ging es einerseits darum, die Erfahrungen zum Abschluss des ersten Monats seit Veranstaltungsbeginn zu dokumentieren und in Erfahrung zu bringen, wie die Studierenden die Veranstaltung bislang aus Sicht ihrer Fächer erlebt haben und ob sie Gemeinsamkeiten oder Differenzen zur Informatik sehen; mit einzelnen Ausnahmen bekundeten die Befragten positive Erfahrungen – etwa dahingehend, dass sie die informatische Perspektive als gewinnbringend wahrnahmen; auch sahen viele Berührungspunkte zu ihren eigenen Fächern: »Es ist gut, einen anderen Blick auf die Informatik zu bekommen, und zu sehen, was dahinter steckt. Besonders in der Anglistik ist das Arbeiten mit Corpora von Interesse. Aber auch in der Musik kann man Informatiksysteme nutzen, um etwas zu lehren«. Andererseits gab es die Gelegenheit, allgemeine Rückmeldung zur Veranstaltung »Informatik im Alltag« zu äußern; hier zeigte sich, dass die Vorlesung zwar als recht anspruchsvoll gesehen wird, dass aber praktischen Elementen zum Aufschluss der Inhalte eine hohe Bedeutung zugemessen wird: »Mir haben die praktischen Übungen in der Vorlesung anhand von sehr konkreten Beispielen sehr geholfen, die Thematik besser zu verstehen«; auch die Erweiterung um die Übung fand Zuspruch: »Ich finde es gut, dass die Vorlesung mit einer Übung verknüpft wird. Das theoretische wird mit dem praktischen verbunden«.

Der zweite Reflexionsbogen umfasste die Frage, ob in der Modellierungsphase Herangehensweisen oder Darstellungen aufgetreten seien, die an eines der primär studierten Fächer erinnerten; lediglich sieben Befragte gaben explizit an, dass sie keine Beziehungen zu ihren Fächern herstellen könnten; die weiteren 26 Befragten machten Angaben, die sich zu Teilen mit der Eingangsbefragung in der Vorlesung deckten und klare Bezüge erkennen lassen. Ebenso wurde erfragt, wie der Übergang von der Modellierung zur Implementierung erlebt worden sei; die überwiegende Mehrheit der Studierenden hat diesen Übergang als »undurchsichtig«, »schwierig« oder gar »holprig« eingestuft; dennoch treten vereinzelt Formulierungen auf, die vermuten lassen, dass ein erstes Verständnis für den informatischen Modellierungskreislauf entwickelt wurde; dabei werden teilweise sogar Analogien informatischer Arbeitsprozesse zu den eigenen Fächern aufgedeckt: »Bei der Modellierung lässt sich argumentieren, dass dieser Prozess dem des Texteschreibens in den Literaturwissenschaften sehr ähnlich ist. Auch hier sollte sich erst klar gemacht werden, wie das Endprodukt strukturiert sein soll, bevor man direkt in medias res geht«.

Aus unmittelbarer, mündlicher, nicht anonymisierter Rücksprache mit den Studierenden im Hörsaal nach Abschluss der Lernproduktpräsentation ergab sich, dass die Studierenden ...

- der Projektübung insgesamt einen praktischen Schwerpunkt einräumten,
- mit großer Begeisterung die anderen Projektideen wahrgenommen hätten,
- die Veranstaltung für didaktisch gut aufgebaut hielten,
- sie Anlass und Gelegenheit zur Selbstreflexion erhalten hätten,

- sich insgesamt mehr Zeit gewünscht hätten, um ihre Projektideen auf den Weg zu bringen.

Das selbstständige Problemlösen mit Mitteln der Informatik war ein horizonterweiternder Erfahrungsbereich, wenngleich die Gestaltung als sehr schwierig empfunden wurde. Bezüglich der drei Entwicklungsplattformen ergab sich ein gemischtes Bild bei der Rückmeldung: Einerseits sei die Auswahl gelungen gewesen, wobei die Einarbeitung in Python als sehr schwierig bezeichnet wurde; andererseits hätte eine Einheitlichkeit der Plattformen (und vermutlich auch der Programmierparadigmata), so vermuteten die Studierenden, an einigen Stellen allerdings einen transparenteren Ablauf der Übung ermöglicht. Insbesondere sei es für einige Studierende schwierig gewesen, früh zu entscheiden, welche Plattform sie zur Implementierung nutzen möchten. Die Zahl der zu betreuenden Personen je Übung solle gesenkt werden, um eine individuellere Betreuung gewährleisten zu können. An einigen Stellen habe es große Herausforderungen gegeben, sich in die »Informatik-Sprache« einzuarbeiten.

In der Konsequenz hat das Veranstaltungsformat aufgezeigt, dass Gegenstände in allen primär studierten Fachkontexten ausfindig zu machen sind, um informatische Bildung zur Professionalisierung von Lehramtsstudierenden gewinnbringend zu gestalten. Auch die Studierenden selbst können bereits nach kurzer Zeit grob abschätzen, in welchem Umfang ihre Fächer Bezüge zur Informatik aufweisen; darüber hinaus sind sie sich der wichtigen Rolle informatischer Bildung für alle Schulfächer weitestgehend bewusst. Für den darauf folgenden Durchgang P₁ wird die Zahl der Entwicklungsplattformen reduziert werden, wobei in jedem Falle die Erstellung einer Website mit den drei Sprachen (HTML, CSS, JavaScript) ausgespart wird. Hier hat sich in Übereinstimmung mit GUSDIAL gezeigt, dass für Noviz*innen das parallele Erlernen mehrerer formaler Sprachen (bzw. Programmiersprachen) äußerst herausfordernd ist (vgl. Guzdial 2018); dies gilt insbesondere für differierende Sprachparadigmen (HTML vs CSS vs JavaScript). So motivierend die Entwicklung einer Website sein kann, so aufwändig ist die vollumfängliche Implementierung (Struktur mit HTML, Layout mit CSS und interaktive Elemente mit JavaScript).

Stattdessen ist eine Ausweitung des Veranstaltungsumfanges und eine angemessene Fokussierung – nach Möglichkeit in kleineren Gruppen – ratsam. Insgesamt scheint es äußerst lohnend, die Organisation der Lehrkräftebildung nach informatikdidaktischem Modell über die Implementierung ausgewählter Elemente der informatischen Bildung für alle Lehrkräfte zu gestalten.

6.1.3. Projektseminar P₁ – kommentierter Veranstaltungsentwurf

Um den in 6.1.2 entwickelten Anforderungen Rechnung zu tragen und auch den studentischen Bedarfen nach mehr Zeit sowie mehr Austausch und didaktischer Stringenz beachten, wurde im folgenden Durchgang P₁ ein Projektseminar pilotiert, das von einem Hörendenkreis besucht wurde, der vier ECTS für diesen Teil der Gesamtveranstaltung erhielt. Somit konnte dem Aspekt »mehr Zeit« bereits begegnet werden. Für den informatikdidaktischen Seminarentwurf wurden die eingangs des Kapitels dargestellten Kriterien von SINDRE (vgl. Sindre u. a. 2018, S. 151 ff., 155 ff.) herangezogen und fol-

gendermaßen berücksichtigt: Der institutionelle Lehrkontext ist nach wie vor die Vertiefung der o. g. Lehrveranstaltung »Informatik im Alltag«. Der Verlauf des Projektseminars (vgl. Tab. 6.5) zeigt die Entscheidung für einen theory-first-Ansatz auf: Die ersten sieben Sitzungen werden darauf verwendet, die theoretischen Grundlagen gemeinsam mit allen Teilnehmenden zu erarbeiten. Erst ab der achten Sitzung startete die eigentliche Projektarbeit. Diese Entscheidung resultiert aus der Erfahrung mit einem theory-project-Ansatz aus P_0 , bei dem Theorie und Projekt gewissermaßen zeitgleich entwickelt werden. Hier war eher eine Überforderung der Studierenden zu beobachten – mutmaßlich aufgrund fehlender grundlegender informatischer Kompetenzen, die einen schnelleren Zugang zur Theorie, die für das Projekt nötig war, geebnet hätten. Für die Bewertung wurde klargestellt, dass eine Projektarbeit inklusive Projektbericht entwickelt werden soll. Die Präsentation erfolgt im Seminar (Sitzung 12) sowie in der Vorlesung V_1 (letzte Sitzung). Dadurch sollten die Studierenden über ihre informatische Erarbeitung des Projektes mit Kommiliton*innen kommunizieren und zugleich Rückmeldung für den Abschluss der Projektarbeit erhalten. Der BYOD-Ansatz wurde im Projektseminar zunächst (im Theorieteil) außen vorgelassen. Damit alle die gleichen Voraussetzungen hatten, wurden Raspberry Pies als Informatiksysteme gestellt. Für die Projektarbeitsphase konnten die Teilnehmenden wählen, ob sie an ihrem eigenen Gerät weiterarbeiten wollten oder den Raspberry ausleihen und für dezentrale Arbeitsphase in der Projektarbeit nutzen. Den Studierenden war über BSCW eine gemeinsame (Software-)Infrastruktur zugänglich gemacht worden, über die ihnen der Austausch von Daten untereinander und mit der Lehrperson möglich war. Das vorgegebene Thema war die informatische Modellierung eines fachbezogenen Dokumentes unter Verwendung der Beschreibungssprache \LaTeX oder die Lösung einer fachbezogenen Problemstellung mit einem Python-Programm. Das Auffinden einer eigenen Problemstellung war für die Teilnehmenden durch die persönliche Auswahl eines relevanten Dokumententyps aus einem eigens gewählten (nahezu beliebigen) Kontext gewährleistet. Meilensteine zur Entwicklung des Lernproduktes konnten – mit Ausnahme der bereits genannten seminarinternen und vorlesungsöffentlichen Präsentation – selbst gewählt werden. Der Umfang der Implementierung ist schwerlich quantifizierbar, da mitunter weniger Zeilen Quelltext nicht gleichbedeutend mit weniger Aufwand für die Projektarbeit sind. Es war den Teilnehmenden gestattet, allein oder zu zweit eine Projektidee zu entwickeln. Zeitlich war für diese Ideenentwicklung der Rahmen des Theorieteils (also in den ersten sieben Sitzungen) vorgesehen. Im theoretischen Seminarteil sollten die kerninformatischen Kompetenzen zum Bereich der Modellierung und Implementierung von Dokumenten mit \LaTeX sowie von Programmen in Python entwickelt werden. Dazu wurde die informatische Modellierung einer Seminararbeit exemplarisch herangezogen. Die Erarbeitung stellte einerseits die Basis für den späteren Projektbericht dar, sodass die Studierenden diesen ebenfalls in \LaTeX verfassen konnten; andererseits sollte diese Formatvorlage für den Projektbericht ein Kapitel »Projektbeschreibung« umfassen, aus dem das Vorhaben der Studierenden für ihre Projektarbeit hervorgehen sollte. Die thematische Auswahl bzw. der Kontext, in den das Lernprodukt fiktiv oder real gestellt werden konnte, war überwiegend offen gestaltet; es bestand lediglich die Vorgabe, die Modellierung und Implementierung des Dokumentes in \LaTeX und für eines der studierten Fächer vorzunehmen. Dadurch entstand für das Projektseminar P_1 eine große Projektvielfalt bezüglich der Fächer, der Dokumententypen bzw. der Programme und der Themen.

Sitzung	Thema
1	Einführung
2	Command Line Interfaces – oder: Wie »sprechen« mit einem Informatiksystem? (Hinführung)
3	Command Line Interfaces – oder: Wie »sprechen« mit einem Informatiksystem? (Anwendung)
4	Medieneinsatz in der Berufspraxis ... und informatische Bildung?
5	Modellierung – Python
6	Modellierung – LaTeX – Grundlage: Projektbeschreibung
7	Modellierung – LaTeX – Vertiefung: Details des Projektes
8	Projektarbeit
9	Projektarbeit – Prototyping
10	Projektarbeit
11	Projektarbeit
12	Interne Präsentation des Arbeitsstandes
13	Vorbereitung der Präsentation
14	Präsentation der Projektarbeiten in der Ringvorlesung

Tabelle 6.5.: Verlauf des pilotierenden Projektseminars P₁

Als empirisches Erhebungsinstrument wurde ein Reflexionskapitel im Projektbericht erprobt. Das Kapitel wurde erst nach Übergabe des Leistungsnachweises verfasst, sodass die Studierenden in keinerlei Abhängigkeitsverhältnis zur Lehrperson mehr standen. Zudem basierte das Hinzufügen des Reflexionskapitels auf diese Weise auf Freiwilligkeit. Die Reflexion war auf folgende Gliederungspunkte beschränkt: Projektplanung und -durchführung, Umgang mit textuellen Schnittstellen, technische Infrastruktur und persönlicher Kompetenzzuwachs. Die hohe Beteiligungsbreite, und die Textmasse zeigen, dass dieses Format gut geeignet ist, um die Studierenden zu einer eingehenden Reflexion anzuregen. Wie bereits in Kapitel 4 erläutert, hat das dezentrale Ausfüllen den Vorteil, dass die Studierenden nach individuellem Zeitbedarf alle relevanten Aspekte, die sie mitteilen möchten, in einen kohärenten Text einfließen lassen können. Die geäußerte Ungewissheit, dass die Teilnehmenden an der Befragung nicht selbst den Text verfasst haben könnten, kann nach der Lektüre dieser pilotierten Erhebung nahezu ausgeschlossen werden, da die Art der offenen Beschreibung *persönlicher* Erfahrungen mit den spezifischen Projektgegebenheiten, Werkzeugen und Artefakten in sehr individualisierter Manier vorgenommen wurde. Insgesamt kann das Erhebungsinstrument als geeignet erachtet werden, um die Sicht der Teilnehmenden auf die informatischen Methoden und Gegenstände des Projektseminars zu erfassen. Insbesondere kann die Frage nach der

Zugänglichkeit von textbasierten Arbeitsweisen inklusive textueller Darstellungsformen mit der pilotierten Erhebungsmethode untersucht werden.

6.2. Projektseminar P_2 – kommentierter und evaluierter Veranstaltungsentwurf

6.2.1. Vorbereitung und Durchführung

Betrachtet man den institutionellen Kontext des Projektseminars P_2 , gilt es nach den Entwicklungen der zeitlich parallel stattfindenden Vorlesung V_2 zu fragen (vgl. 5.5). Hierbei fällt insbesondere die Umgestaltung aller Veranstaltungen auf zwei Semesterwochenstunden auf sowie die dadurch entstandenen zeitlichen Ressourcen für die Hörsaalübungen. In deren Rahmen wurde informatische Modellierung exemplarisch erprobt und mit dem Mikrocontroller Calliope umgesetzt. Die positiven Erfahrungen aus P_0 und P_1 hielten damit Einzug in die Vorlesung und bildeten damit bereits erste projektorientierte Rückwirkungen in die übergeordnete Lehrveranstaltung, da die Studierenden im Rahmen einer Aufgabenstellung dazu angehalten waren, ein Projekt zu einer selbst gegebenen Problemstellung mit dem Mikrocontroller Calliope zu entwickeln. Der Lehrkontext hat sich im Vergleich zu P_1 nicht geändert, da sowohl die Lerngruppe mit den nämlichen Zeitressourcen als auch die Eingliederung in die Vorlesung V_2 weiterhin gegeben ist.

Das Projektseminar P_2 verfolgt wie P_1 ebenfalls einen theory-first-Ansatz. In dem theoretischen Anteil wird jedoch in Ergänzung der Vorbereitung auf die Projektarbeit eine Korrespondenz mit der Vorlesung V_2 hergestellt (vgl. Tab. 6.7), sodass ein Einstieg ins Seminar über »Was ist Informatik?« und »Informatik – meine Fächer« gewählt wird. Dadurch sollen die Studierenden »abgeholt« werden aus den Vorlesungsteilen zur Orientierungsphase unter der Leitfrage »Was ist Informatik?« und auf das informatische Arbeiten im Projektseminar vorbereitet werden. Eine Aneignung des in diesem Zuge bedeutsamen Werkzeuges Kommandozeile wird im Rahmen der Thematisierung der Konzepte »Rechte und Pflichten«, »Verzeichnisstrukturen« und »Listen und Tabellen« sukzessive vorangetrieben. Erstmals wird die informatische Modellierung von Dokumenten als alleiniger (erlaubter) Projektfokus gestaltet. Dies schränkt zwar die Projektvielfalt ein, da Python als Implementierungsoption nicht mehr gewählt werden kann, sondern nur noch \LaTeX , doch die Erfahrungen aus P_1 und z. T. P_0 legen nahe, dass Python einerseits nur von den leistungsstärkeren Studierenden gewählt wird und sich andere Studierende nicht recht an die Methode der Programmierung kleiner Anwendungen herantrauen; dies rührt mitunter daher, dass eine Person, die eine Projektarbeit in Python entwickelt, nichtsdestoweniger ihren Projektbericht in \LaTeX verfassen soll, was eine eindeutige Mehrbelastung darstellt; andererseits kann der Fokus im Theorieteil des Projektseminars schwerlich aufrecht erhalten werden, da die Studierenden einer Vertiefung der in der Vorlesung thematisierten Grundlagen zur Modellierung und Implementierung mit Python bedürfen. Als Konsequenz aus dieser Überlegung wird die parallel liegende Objektorientierung aus der Vorlesung V_2 aufgegriffen, um objektorientiert bibliographische Datensätze zu modellieren. Damit ist sowohl eine Verknüpfung zur Vorlesung und ein Aufgriff der Objektorientierung im Projektseminar sichergestellt als auch eine rein textbasierte Basis für

Teilmodul	Thema
1.1	Transparenz zum Projektseminar
1.2	Informatik durchdringt die Welt
2.1	Informatische Werkzeuge und Methoden in fachspezifischen und überfachlichen Kontexten
2.2	Rechte und Pflichten
3.1	Textuell basierte Sichtung und Erzeugung von Verzeichnisstrukturen
3.2	Strukturierung von Daten in Listen und Tabellen
4.1	Informatischer Zugang zu Netzstrukturen
5.1	Modellierung eines wissenschaftlichen Schreibprozesses
5.2	Modellierung bibliographischer Daten
6.1	Implementierung bibliographischer Daten
7.1	Modellierung von Dokumentstrukturen
7.2	Implementierung von Dokumentstrukturen
8.1	Sequentielle Kompilierung eines Quelltextes
8.2	Fehleranalyse
9.1	Paketierung an den Beispielen <code>blindtext</code> , <code>enumerate</code> , <code>todo-notes</code> , <code>csvsimple</code>
9.2	Grafiken mit <code>tikz</code>
10.1	Perspektive Hypertext
10.2	Deklaratives Sprachparadigma am Beispiel HTML
11.1	Definition eigener Kommandos und Umgebungen
11.2	Entwicklung eigener Pakete
12.1	Seminarinterne Revision
13.1	Projektarbeit – Überarbeitung
14.1	Vorbereitung der Präsentation
15.1	Reflexion

Tabelle 6.7.: Verlauf des Projektseminars P₂

die Implementierung mit BibT_EX, die den Weg zu Dokumenten, die mit L^AT_EX beschrieben werden, motiviert und ebnet.

Die Explikation der Teilmodule 5.2 und 6.1 zur Bibliographie gliedert sich in die Überlegungen zur informatischen Modellierung eines wissenschaftlichen Schreibprozesses (5.1), in dem die persistente und nachhaltige Speicherung von Rechercheergebnissen zeitlich der ausführlichen Modellierung und Implementierung des gesamten Dokumentes vorgelagert wird. Damit werden im Sinne der Forschungsfragen des ersten Teils dieser Arbeit in P_2 Elemente platziert, die den Studierenden textuelle Darstellungsformen unmittelbar zugänglich machen sollen. Die Erfahrungen mit den textuellen Darstellungsformen werden in einer Erhebung nach Durchführung von P_2 durch eine zusammenfassende qualitative Inhaltsanalyse ausgewertet und in den Kontext der Nachbereitung von P_2 gestellt.

Eine weitere Änderung gegenüber den Pilotierungen ist, dass die Projektarbeit als Einzelarbeit zu absolvieren ist. Dadurch kann jede*r bei der thematischen Wahl für die Projektarbeit einen fachindividuellen Gegenstand zur Darstellung wählen. Der Umfang der Implementierung ist davon insofern beeinflusst, dass die einzelne Person nun quantitativ voraussichtlich mehr leisten muss; allerdings sollte ein kohärentes Arbeiten möglich sein (z. B. keine Terminabsprachen oder Verständigungsschwierigkeiten über Fächer hinweg). Trotz der Umstellung auf Einzelarbeit soll nach wie vor im Projektseminar der Austausch zwischen den Studierenden gefördert werden – sowohl in den Seminarsitzungen selbst (durch Wahl entsprechender Sozialformen) als auch beim dezentralen Arbeiten (durch geteilte Arbeitsverzeichnisse auf einem Server). Die Anforderungen zur Begutachtung der Belegarbeiten sind von P_1 übernommen worden. Die Erhebung ist wie zuvor als nach Leistungsnachweis hinzuzufügendes Reflexionskapitel des Projektberichtes angelegt. Weitere Hinweise zur Erhebungs- und Auswertungsmethodik sind bereits in 4.4 und 4.5 dokumentiert worden.

Um die Verpflichtungen und Freiheitsgrade für die Studierenden beim projektorientierten Studieren von Beginn an klar zustellen, wird explizit ein Teilmodul »Transparenz« (1.1) ausgewiesen mit Erläuterungen und Darstellung von Zusammenhängen (Arbeit im Seminar – Projektarbeit – Projektbericht). Damit wird der in den Pilotierungen steten Forderung seitens der Studierenden nachgekommen, eine Übersicht über die Studienplanung und die Bedingungen für den Erhalt des Leistungsnachweises anzubieten.

6.2.2. Nachbereitung

In diesem Unterkapitel sowie in 6.3.2 wird das Kategoriensystem dokumentiert, das sich aus der zusammenfassenden qualitativen Inhaltsanalyse der Reflexionskapitel der Teilnehmenden ergeben hat (vgl. Appendix: ??, S. ??). Dabei sind die Kategorie-Überschriften indiziert (mit K <Index>) und durch Fettdruck hervorgehoben. Je entwickelter Kategorie werden die Teilaspekte der Zusammenfassung (kursiv hervorgehoben) in einem Absatz erläutert und interpretiert. Daraus ergeben sich wertvolle Hinweise zur Gestaltung von Projektseminar P_3 .

Fach	Thema	Dokumenttyp
Biologie	Photosynthese	Arbeitsblatt und Unterrichtsentwurf
Biologie	Erdzeitalter	schülergerechte Darstellung/Grafiken
Biologie	Aufbau eines Labor-Journals	Arbeitsmaterial für Schüler*innen
Biologie	Versuchsprotokollmuster	Protokoll
Biologie	Vereinfachte Bestimmungsschlüssel	Baumstruktur
Biologie	Plasmolyse	Arbeitsblatt und Unterrichtsentwurf
Englisch	Das englische Alphabet in Bildern	Bilderwörterbuch
Englisch	Häufige Fehler	Diagnostisches Arbeitsblatt
Englisch	Proteste in Hongkong	Zeitungsartikel
Raumgestaltung	Wärmedämmverbundsysteme	Kundenauftrag
Geographie	Öffentlicher Personennahverkehr	Präsentation
Geographie	Plastikmüll	Unterrichtsentwurf mit Textvorlage
Naturwissenschaften & Technik	Mikroplastik	Informationsflyer
Naturwissenschaften & Technik	Regenwurm	Poster
Naturwissenschaften & Technik	Forschungsprozess	Protokoll
Naturwissenschaften & Technik	Ernährung	Arbeitsblatt und Unterrichtsentwurf
Physik	Auftrieb	Arbeitsblatt mit Experimentier-Auftrag und Tabellen
Psychologie	Testverfahren	Situationsdarstellung und Auswertung
Sozialwissenschaften	Politische Rede	Rede und Arbeitsaufträge

Tabelle 6.8.: Projektübersicht P₂

K 1: Projektorientiertes Studieren

Die Projektarbeit gestaltet sich anfangs als schwierig, ist aber schließlich erfolgreich, auch wenn zwischendurch der Arbeitsaufwand z. T. unterschätzt wird. Hieran zeigt sich, dass die Studierenden durch die Aufgabenstellungen des Projektseminar herausgefordert werden. Die Startschwierigkeiten basieren, wie schon die Pilotierungen gezeigt haben, auf der sich erst sukzessive aufbauenden Orientierung in der Informatik. Insbesondere die Inferenzen vom kerninformatischen Teil der Vorlesung V_2 und der Einführung in die informatische Modellierung von Dokumenten im Projektseminar stellen hohe Ansprüche an die Teilnehmenden. Letztlich wird aber von Erfolgen berichtet, die sich auch in den Abschnitten zur Projektplanung und -durchführung deutlich zeigen bzw. bei der Beschreibung des persönlichen Kompetenzzuwachs positiv hervorgehoben werden. Die Unterschätzung des Arbeitsaufwandes könnte ein Hinweis darauf sein, dass die Studierenden in der Theoriephase des Projektseminars ggf. zu stark geführt werden bzw. zu geringe Eigentätigkeit vorlegen, um die ungewohnte Arbeitsweise mit quelltextbasierten Dokumenten einzuüben.

Die Wahl eines persönlich und/oder fachlich bedeutsamen Themas wird von den Studierenden sehr positiv aufgenommen. In der Vielfalt der entstandenen Projekte (vgl. Tab. 6.8) spiegelt sich dies ebenfalls wieder. Die Motivation, sich in informatische Denk- und Arbeitsweisen einzufinden, steigt enorm, wenn persönlich bedeutsame Problemsituationen für die Projektarbeit entwickelt werden können. Dies stimmt mit den Beobachtungen und Postulaten von ROMEIKE und SINDRE überein (vgl. Romeike 2008; Sindre u. a. 2018). Das *Layout* als visuell prägende Sichtweise des Dokumentes wird hier vornehmlich als *Motivation* aufgefasst. Die Studierenden gehen von der Vorstellung einer Ansicht aus, die sie dann modellieren und in \LaTeX implementieren. Eine umgekehrte Bevorzugung der beiden anderen Perspektiven (Struktur und Inhalt) wäre ebenfalls denkbar gewesen. Allerdings fallen in dem, was die befragten Studierenden unter *Layout* mutmaßlich verstehen, alle drei Sichten (Inhalt – Struktur – Form) letztlich zusammen.

K 2: Unterstützungsangebote

Das Seminar wird als Unterstützung wahrgenommen. Sowohl die transparente und zugänglich gestaltete Dokumentation des Seminarverlaufs wie auch die Ermöglichung zum Austausch unter den Teilnehmenden sind unterstützende Faktoren. Klar wird hier, dass die einfache Bereitstellung von Materialien zum Selbststudium als schwierig zu beurteilen ist, da den Studierenden ein sozialer Kontext zur Diskussion und zum Austausch fehlt. Andererseits haben die Befragten angegeben, auch *eigens Probleme gelöst* zu haben teilweise unter expliziter Erwähnung von *Informatiksystemeinsatz* im Rahmen ihrer Recherche. Schließlich wird *aber auch Rückgriff auf externe Hilfe* angenommen. Dies deutet darauf hin, dass die Studierenden einige Ressourcen aktivieren, um eine Überforderung mit der Projektarbeit abzuwenden; allerdings könnte externe Hilfe auch die Gefahr bergen, die eigene Kompetenzentwicklung in den Hintergrund zu stellen und lediglich eine Problemlösung zu erreichen. Hier ist klar herauszustellen, dass im Sinne des Projektseminars und der Förderung informatischer Literalität bei den Teilnehmenden die Funktionsfähig-

keit, Vollständigkeit oder fachliche Tiefe und Korrektheit eines Lernproduktes deutlich hinter dem persönlichen Kompetenzfortschritt der Teilnehmenden zu stehen hat.

K3: Informatische Modellierung von Dokumenten

Durch die informatische Modellierung von Dokumenten wird eine *Gestaltung von Unterrichtsmaterial* als *leicht möglich* wahrgenommen. Den Studierenden wurde explizit der Hinweis auf das `schule`-Paket (Pieper u. a. 2014) mitgeteilt; einige haben dies auch herangezogen, einzelne haben sich aber eigenständig an eine individuelle, informatische Modellierung begeben und für sich und den Seminarzusammenhang zufriedenstellende Ergebnisse hervorgebracht. Das webbasierte Werkzeug *Overleaf* wird als *gut strukturiert* verstanden und *erleichtert die Textarbeit*; hinter diesen Äußerungen verbergen sich ungeklärte Fragen bzw. Überforderungen im Bereich der Hard- und Software, die für die Arbeit mit $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ notwendig sind. Die Installation von $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ Live ist ein Hindernis, das trotz investierter Seminarzeit nicht mühelos von den Studierenden überwunden werden kann. $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ Live wird z. T. als *Mischung aus frustrierend und motivierend* gesehen, *Overleaf erleichtert jedoch die Arbeit*. Hier ist für P_3 zu überlegen, inwiefern die Seminargestaltung verbessert werden könnte. Schließlich hat sich gezeigt, dass die von Overleaf standardmäßig präsentierte zweigeteilte Bildschirmansicht (linke Seite: Quelltext; rechte Seite: kompiliertes Dokument) überzeugend ist. Das zeigt, dass lokale $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ -Editoren, die dies ebenso (bzw. besser, weil i. d. R. schneller kompilierbar) leisten können, nicht bekannt sind.

Der *textuelle Zugang* wird *persönlich und beruflich als gewinnbringend eingeordnet*, da $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ für *Universität und Schuldienst hilfreich* ist. Diese Aussage stellt sich als zentral für den theoretischen Teil dieser Arbeit heraus. Hiermit existiert ein empirischer Beleg, dass ein Zugang zur informatischen Bildung über textuelle Darstellungsformen bei Lehramtsstudierenden wirksam werden kann. Eine Annahme, die besagte, dass textuelle Darstellungsformen keinen positiven Einfluss auf die professionelle Entwicklung von Lehramtsstudierenden hat, müsste eindeutig verworfen werden. Dennoch ist diese Teilzusammenfassung aus dem Kategoriensystem nur als erstes Indiz zu verstehen und sollte im Kontext von Projektseminar P_3 einer weiteren Prüfung unterzogen werden.

Passend zu den positiven Erfahrungen mit dem textuellen Zugang wird z. T. in der Reflexion eine *zukünftige Verwendung von $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$* geplant, die sich sowohl auf universitäre wie schulische Kontexte beziehen lässt, da alle Studierenden (durch die Erstellung des Projektberichtes) Kompetenzen in der informatischen Modellierung von wissenschaftlichen Textdokumenten entwickelt und z. T. durch ihre Projektarbeit Unterrichtsmaterialien gestaltet haben.

K4: Kritische Einstellung zu spezifischen Methoden und Gegenständen

Diese Kategorie subsumiert kritische Einstellung zu den spezifischen Methoden und Gegenständen der Informatik im Projektseminar. Daher sollte ein besonderes Augenmerk auf die Ausarbeitung der folgenden zusammenfassenden Aussagen gelegt werden, da sie maßgeblich für eine Überarbeitung des Seminarentwurfs sein könnten. Die Aussage, es habe *kein persönlicher Kompetenzzuwachs* stattgefunden, kann in den Zusammenhang mit

der Ansicht gestellt werden, dass *Excel, Word, Powerpoint mehr für Beruf und Leben gebracht hätten*, es ergebe sich aus den erarbeiteten Methoden und Gegenständen *kein Nutzen, aber dennoch sei etwas gelernt* worden. Während im Zusammenhang der kritischen Äußerung festgestellt wird, dass die *Kommandozeile einfach* sei, wird \LaTeX *als kompliziert und unnütz wahrgenommen*. Hieraus lässt sich schlussfolgern, dass ggf. das Verhältnis von Führung und Freiheitsgraden überdacht werden sollte, da die stärker geführten, teils »verschul-ten« Teilmodule (Einsatz von Arbeitsblättern, Erarbeitungs- und Sicherungsphasen) zu dem Eindruck führen, dass die Kommandozeile *einfach* sei, dass aber andererseits \LaTeX im Rahmen der zunehmend offeneren Projektentwicklung eine gewisse Orientierungslosigkeit seitens der Studierenden zur Folge haben könnte. Dies findet sich in den (vereinzelt) Aussagen – eine *Recherche zu LaTeX half oft nicht* und *Fehlermeldungen und Befehle [waren] unklar* – wieder. Trotz kritischer Einstellung und keinem geäußerten Kompetenzzuwachs wird zugegeben, dass man *geduldiger geworden* sei und eine *Offenheit für Neues* entwickelt habe. Dies zeigt zumindest, dass die Seminargestaltung als solche einen gewissen Raum für persönliche Entwicklung von Studierenden erlaubt (unabhängig von der Einstellung zu den informatischen Aspekten).

K 5: Gesamteindruck

Informatik ist für viele Studierende eine *zuvor unbekannte* Wissenschaftsdisziplin. Dies verdeutlicht, dass bei der Vertiefung informatischer Denk- und Arbeitsweisen im Projektseminar die Vorlesung nicht alleinig kerninformatische Grundlagen bereitstellen kann. Vielmehr ist es notwendig, an exemplarischen Kontexten (wie dem wissenschaftlichen Schreiben) auch grundlegende informatische methodische und gegenstandsbezogene Überlegungen mit den Studierenden anzustellen. *LaTeX* ist ebenfalls *neu* und wird als *vielfältig, aber kompliziert* gesehen. Damit überträgt sich die Sicht der Studierenden auf die Informatik auf das für das Projektseminar gewählte Werkzeug \LaTeX . Die Unbekanntheit bietet eine Möglichkeit, unabhängig von Fragmentierungen durch Vorwissen, konstruktiv ein eigenes Projekt und schließlich ein Lernprodukt zu entwickeln und dabei unbedarft zu starten und den individuellen Lernfortschritt zu respektieren. *Informatik und ihre Gegenstände und Methoden (\LaTeX als Beispiel) sind vielfältig und haben Einfluss auf die Lebenswelt*. Diese Zusammenfassung stützt die vorherigen Ausführungen; \LaTeX wird als beispielgebend verstanden und in diesem Kontext (gewissermaßen eine eigene »kleine, isolierte Welt«) können die Studierenden informatische Kompetenzen entwickeln, die sich auf andere Anwendungsgebiete der Informatik transferieren lassen. Diese Transfererfahrung ist bislang nicht explizit im Projektseminar verortet und könnte für die weitere Durchführung ein Zugewinn sein. *Auch wenn aus dem Schulfach Informatik nicht viel mitgenommen wurde, wird ein Pflichtangebot in der Schule als sinnvoll erachtet, da Informatik Einfluss auf Lebenswelt und Berufswelt einer Lehrkraft hat*. Die Studierenden *entdecken* diesbezüglich einen Anpassungsbedarf bei sich. Die Lehrveranstaltung befördert zum einen diesen Erkenntnisprozess, zum anderen leisten Vorlesung und Projektseminar selbst einen Beitrag zur Weiterentwicklung der Lehramtsstudierenden, denn die *Veranstaltung wird als vertiefende und lohnende Einführung wahrgenommen*, so wie auch obige Zusammenfassungen belegen. Ein Aspekt, der dabei immer wieder genannt wird, ist das *Kennenlernen von Informatiksystemen*. Auch wenn in der Informatik und insbesondere ihrer Didaktik der

Fokus der Gestaltung nicht zwingend primär auf Informatiksystemen liegt, so wird im Kontext der Lehrkräftebildung – wie in Kapitel 2 argumentiert – durch den Bezug zu digitalen Medien, die die Unterrichtsgestaltung fachübergreifend unterstützen sollen, eine hohe Relevanz angeführt. Für P₃ ist vor diesem Hintergrund zu überlegen, inwieweit mediendidaktische Fragestellungen (Informatiksysteme als unterrichtsbegleitende bzw. -unterstützende Artefakte) ein geeigneter Zugang im Projektseminar sein könnten und inwiefern diese – auch bei den weiteren theoretischen Überlegungen (Kapitel 7) – diskutiert werden müssen.

6.3. Projektseminar P₃ – kommentierter und evaluierter Veranstaltungsentwurf

6.3.1. Vorbereitung und Durchführung

Sitzung	Thema
1	Der Prozess wissenschaftlichen Schreibens
2	Dokumente in Wissenschaft und Unterricht
3	Planen – Strukturieren im Dateibaum
4	Recherche – Dokumentation von Ergebnissen
5	Bibliographie – Erfassung von Metadaten
6	Modellierung eines wissenschaftlichen Textdokumentes
7	Kompilieren – Formgebung für Dokumente
8	Projektplanung
9	Listen – Tabellen – Pakete
10	Verschachtelung
11	Vektorgrafiken
12	Externe Referenzen und Lizenzen
13	Interne Referenzen und Metadaten mit Hypertext
14	Projektrevision

Tabelle 6.10.: Verlauf des Projektseminars P₃

Während der Lehrkontext insgesamt nicht geändert wurde, da Lerngruppe und curriculare Rahmenbedingungen stabil geblieben sind, konnte eine Weiterentwicklung bezüglich der institutionellen Kontextualisierung von Vorlesung V₂ nach V₃ erreicht werden: Aus integrierten Hörsaalübungen (V₁) wurden eigenständige praktischen Hörsaalübungen (V₂), die in V₃ nun in ein Tutorium münden, das sich mit zwei semesterbegleitenden Aufgabenstellungen auseinandersetzt. Eine von diesen beiden – die Modellierungs-

und Implementierungsaufgabe – ist sogar projektorientiert angelegt. Für das bestehende projektorientierte Lehrformat wird für Projektseminar P_3 das Tutorium als Ressource genutzt, um detailreiche und m. E. zeitaufwändige und systemabhängige Installationen (von TEX Live oder Biber) und Konfigurationen auszulagern. So wird auch der Einrichtung von Informatiksystemen und Informatikmitteln – also insbesondere Hard- und Software – dem Tutorium verantwortet. All dies war in P_1 und P_2 noch Teil des Seminars, wodurch der inhaltliche Fokus sich verlagert haben könnte. Aus diesem Grund wird beim bewährten theory-project-Ansatz erstmalig Dokumententheorie (vgl. Heckmann und Wilhelm 1996) expliziert und mit den Teilnehmenden erarbeitet und diskutiert. Hier wird HECKMANNs Sichtweise auf Dokumente nach »Inhalt – Struktur – Form« herangezogen³. Auf diese Weise werden die Lernenden zur Argumentation auf einer Metaebene befähigt, wohingegen die Auseinandersetzung zuvor stärker »operativ« ausgerichtet war. Diese Herangehensweise lässt sich im Rahmen eines informatischen Aufschlusses wissenschaftlicher Schreibprozesse (vgl. Fängmer 2020) exemplarisch konkretisieren. Wie in Kapitel 2 herausgearbeitet, entwickeln Lehrkräfte in Studium und Schuldienst zahlreiche Dokumente, deren Entwicklungsprozess aus medienpädagogischer und informatischer Perspektive durch Aus- und Weiterbildung begleitet werden sollte.

Zum Prozess wissenschaftlichen Schreibens existieren verschiedene Modelle (vgl. ebd., S. 35 ff.), da er ein Gegenstand in fortwährender Entwicklung ist und diverse Varianten (ggf. je nach Disziplin oder fachübergreifend) diskutiert werden. Studierende haben in der Regel Vorerfahrungen mit dem wissenschaftlichen Schreiben – ansonsten leisten sie entsprechende Antizipation⁴ und können eigene Vorgehensmodelle entwickeln; erfahrungsgemäß haben MINT-Studierende mehr Erfahrung bei Protokollen, z. T. auch explizit mit $\text{L}\text{A}\text{T}\text{E}\text{X}$ im Zusammenhang mit dem Satz von Formeln, wohingegen Studierende der Geisteswissenschaften und Sprachen Erfahrungen mit dem Verfassen wissenschaftlicher Texte (etwa Seminararbeiten) entwickelt haben und zudem über ein Orientierungswissen im Bereich der Bibliographie verfügen (etwa Differenzierung von Monographie und Sammelband). Die drei Sichtweisen auf ein Dokument (Inhalt – Struktur – Form) bieten einen fachunabhängigen Ansatz und werden im Projektseminar auf Beispiele aus Wissenschaft und Unterricht angewendet. Dokumente werden auf Informatiksystemen durch Dateien repräsentiert. Diese lassen sich wiederum in Verzeichnissen organisieren, die ebenfalls im vollständigen Dateibaum des Informatiksystems eingehängt werden. Durch derartige Ordnungsprozesse gewinnt das geplante Dokument an Struktur und die Implementierung des Dokumentes wird vorbereitet. Ein besonders effizientes Werkzeug zur Umsetzung und Aufrechterhaltung solch einer Ordnung ist die Kommandozeile, da sie auf die wesentlichen Daten fokussiert sowie uneingeschränkte und schnelle Modifikation erlaubt. Die Bibliographie bzw. die Erfassung von Metadaten zu bestehenden Dokumenten, die für die eigene themenbezogene Projektarbeit (Sichtweise »Inhalt«) relevant sind, kann als niederschwelliger Einstieg betrachtet werden: Es existiert lediglich eine Textdatei (*bib*-Datei) mit einem in $\text{Bib}\text{T}\text{E}\text{X}$ (Sichtweise »Struktur«) verfassten Quelltext, der die bibliographischen Funde in geeigneter Struktur persistent dokumentiert. Hierzu wird auf das aus V_3 bekannte Paradigma der Objektorientierung verwiesen: Dokumente werden als bibliographische Objekte mit entsprechenden Attributen inter-

³ Zur Begründung dieser Entscheidung sei auf Kapitel 3 verwiesen.

⁴ Zumindest eine schriftliche Facharbeit haben die Studierenden in Nordrhein-Westfalen im Rahmen ihrer allgemeinen Hochschulreife verfasst.

pretiert. Zentral ist die Idee eines bibliographischen Schlüssel als eindeutiges (und frei durch die gestaltende Person gewähltes) Identifikationsmerkmal analog zum Objektbezeichner. Schließlich kann der bibliographische Datensatz in einem Zielformat – etwa in einem \LaTeX -Dokument oder als Export in eine HTML-Seite – eingebettet werden (Sichtweise »Form«). Dieses Vorgehen beim bibliographischen Arbeiten lässt sich auch auf die informatische Modellierung eines wissenschaftlichen Textdokumentes übertragen: Während durch eine von den Studierenden bis zum Ende der Theoriephase angefertigte Projektbeschreibung ein fachliches oder bildungswissenschaftliches Thema als *Inhalt* des geplanten Dokumentes in Aussicht stellt, wird vor und bei der Implementierung in \LaTeX die Struktur des Dokumentes durch Elemente wie Überschriften, Reihung oder Gliederung festgelegt. Durch Bestimmung von typographischen Gestaltungsaspekten (Zeilenabstand, Schriftart etc.) und durch Kompilation des \LaTeX -Dokumentes – z. B. als PDF – wird die Formgebung des Dokumentes bestimmt.

Diese theoretische Basis wird allen Studierenden durch gemeinsame, synchrone Erarbeitung zur Verfügung gestellt. In der sich anschließenden Projektphase (während der Vorlesungszeit) werden den Studierenden exemplarische Vertiefungen zu projektunabhängigen Fragestellungen angeboten (z. B. »Listen, Tabellen, Pakete, Verschachtelung, Vektorgrafiken«), die voraussichtlich für nahezu alle Projekte von Bedeutung sind. Dieses Angebot kann daher von den Studierenden auch durch entsprechende, rechtzeitige Interessenbekundung mitbestimmt werden. Der Umgang mit internen und externen Referenzen, die Frage nach Lizenzierung von Dokumenten sowie die Angabe von Metadaten sind schließlich obligatorische Elemente, da sie in jedem Falle vor der Fertigstellung der Projektdokumente aufgearbeitet worden sein sollten.

Die Projektrevision stellt schließlich sicher, dass die Studierenden ihren eigens entwickelten Arbeitsstand den Kommiliton*innen präsentieren und damit über Fragen zur informatischen Modellierung von Dokumenten ins Gespräch kommen. Zudem erhalten die Präsentierenden wertvolles Feedback für die weitere (abschließende) Projektarbeit. Dies gilt auch für die vorlesungsöffentliche Präsentation des Projekt-Arbeitsstandes in der Vorlesung V_3 . Der Umfang der Implementierung, das Verfahren zur Vorlage einer Projektplanung und -beschreibung (als Outcome der Theoriephase) hat sich nicht geändert. Die Projektvielfalt bleibt hinsichtlich der Auswahl an formalen Sprachen zur Implementierung auf \LaTeX beschränkt, um im Seminar eine einheitliche theoretische Basis gemeinsam mit der gesamten Lerngruppe zu erarbeiten. Die Zusammensetzung von Personen, Freiheitsgraden, Verpflichtungen sowie Bewertungskriterien werden bei der Konfiguration von P_2 belassen.

6.3.2. Nachbereitung

Die Nachbereitung für P_3 ergibt sich durch die Auswertung der studentischen Reflexionskapitel (vgl. Appendix: ??, S. ??) mittels qualitativer Inhaltsanalyse.

Fach	Thema	Dokumenttyp
Mathematik	Operative Aufgaben	Arbeitsblatt und Handreichung
Physik	Der schwere Kreisel	Vektorgrafiken für eine Bachelorarbeit
Germanistik	Fluide Identität	Vektorgrafik
Informatik	Kryptographie	Vektorgrafiken für eine Bachelorarbeit
Psychologie	Pflegenotstand in Deutschland	Flyer
Mathematik	Quadratische Funktionen	Arbeitsblatt
Wirtschaftswissenschaften	Leistungsdruck	Flyer
Mathematik	Zählkompetenz	Arbeitsblatt
Sozialwissenschaften	Terrorismus	Beamer
Geographie	Stromkreis	Arbeitsblatt
Psychologie	Angststörung	Flyer
Wirtschaftswissenschaften	Künstliche Intelligenz	Beamer
Bildungswissenschaften	Praktikumsbericht	Praktikumsbericht

Tabelle 6.11.: Projektübersicht P₃

K 1: Projektorientiertes Studieren

Bei den Studierenden ist sowohl eine Divergenz von Planung und Durchführung wie auch ein Halten an den Ablaufplan und ein strukturiertes Vorgehen als Spannungsfeld beobachtbar. Das heißt, dass die Herausforderung des projektorientierten Studierens insgesamt angenommen wird. Dies wird auch durch die Aussage bestätigt, dass es eine anspruchsvolle Projektarbeit mit ausreichender Zeit und daher erfolgreichem Abschluss gewesen sei und dass dies als Erfolgserlebnis gewertet wird. Hierzu trägt gewiss bei, dass die Projektarbeit auf andere Studienarbeiten beziehbar gestaltet werden konnte (vgl. Tab. 6.11), sodass die Studierenden für sich und ihre Lebens- bzw. Studienwelt relevante, echte Herausforderungen generieren können – z. B. eine Präsentation für ein andere Lehrveranstaltung. Einige haben die Projektarbeit erweitert, was neben Abweichungen von anfänglicher Planung auch

ein gesteigertes Interesse nahelegt. Schließlich wird *Spaß* als Faktor beim projektorientierten Studieren im Rahmen dieses Seminars genannt.

K 2: Recherche und Hilfestellung

Die *Recherche zu Fachthemen und Dokumentation* wird als *zeitintensiv* dargestellt. *Hilfestellung* werden vor allem *durch Foren und Dokumentationen sowie Vorlagen* geboten, da auf diese Weise sowohl ein bestimmtes Maß an *Orientierung*, aber auch *Freiraum* in der Gestaltung zugesichert wird. Einige berichten, sich *ohne Anleitung zurechtgefunden* zu haben.

K 3: Werkzeug – git

Die *Arbeit mit git* wird als *einfach und gut organisierbar* aufgefasst, *Änderungen* seien gut *nachvollziehbar*. Allerdings habe es *Probleme mit dem Löschen* von Dateien gegeben. Beide Aspekte sind auf die Benutzung der Web-Oberfläche von `gitlab` zurückzuführen, da einerseits eine graphische Übersicht vielen Studierenden eine Orientierung der Verzeichnisstruktur gegeben zu haben scheint; andererseits bleiben bei der Vielzahl an Möglichkeiten, die explizit im Graphical User Interface (GUI) von `gitlab` dargestellt werden, einige und offenbar auch zentrale Optionen (wie das Löschen) außen vor. Hier wäre zu überlegen, ob ein kommandozeilenbasierter Zugang zum Werkzeug `git` ggf. ertragreicher sein könnte.

K 4: Werkzeug – Markdown

Markdown wird als *einfach und nützlich für Notizen, Gliederung, Paraphrase* empfunden. *Markdown ist eine Alternative zu txt* und *für einfache Dokumente ist kein LaTeX* von Nöten. Diese Sichtweise liefert den Aufschluss, dass die Verwendung von Markdown im Projektseminar dahingehend zielführend ist, dass die Studierenden den informatischen Stellenwert von Markdown als formale Sprache zur Notation von Inhalt und Struktur erkennen. Damit leisten sie auch die Unterscheidung der Dokument-Sichtweisen Inhalt, Struktur und Form, welche im Rahmen von Markdown zunächst keine Rolle spielt. Diese Separierung zu erfassen, ist eine bedeutsame Vorbereitung für die informatische Modellierung von Dokumenten mit \LaTeX .

K 5: Werkzeug – Kommandozeile

Die Kommandozeile sei *neu, anfangs schwierig* gewesen, jedoch wird sie als *interessant* eingestuft, da sie den *Hintergrund der GUI* und die *Systemkommunikation* transparent mache sowie die *LaTeX-Arbeit* unterstütze, da sie *für mehrere Operationen, Pakete und die Bibliographie* hilfreich sei. Das Spektrum der Nutzung reicht hier jedoch von *in der Projektarbeit genutzt bis kaum verwendet*. *Für die Nachnutzung* sei das Werkzeug jedoch *nicht interessant*. Es *trägt zum Verständnis bei, jedoch ist die GUI schneller*. Hier liegt die Vermutung, dass die schnellere Interaktion mit der GUI im Wesentlichen auf Gewöhnung zurückzuführen ist. Insgesamt könne man die *Möglichkeiten der Kommandozeile stärker herausstellen*. Zwar sei

die Kommandozeile als Werkzeug *komplex*, jedoch auch *schnell erarbeitet* und insbesondere sei die Einarbeitung in *LaTeX* *danach weitaus weniger komplex* gewesen.

K 6: Werkzeug – \LaTeX

Einzelne Studierende äußerten, dass sie *vor dem Seminar über kein Wissen über Textprogramme* verfüg hätten, was sich durch Teilnahme an der Lehrveranstaltung geändert habe. Für andere war zu Seminarbeginn *LaTeX bereits bekannt*. Allerdings bieten *BibTeX* und *TikZ* *neue Perspektiven und Zugänge* an – gerade für diejenigen Personen mit Vorkenntnissen, die vornehmlich aus dem MINT-Bereich stammen. \LaTeX wird von der Lerngruppe zum einen als *sehr komplex* wahrgenommen, zum anderen *ermöglichen LaTeX-Befehle eine einfache Handhabung*. Mit der Zeit sei *LaTeX immer besser nutzbar* geworden und die *LaTeX-Kenntnisse bringen sehr viel*. \LaTeX wird von den Studierenden auf diversen Betriebssystemen betrieben, vor allem aber Windows und Mac OS X.

K 7: Informatische Modellierung von Dokumenten und ihre Implementierung in \LaTeX

Die Studierenden machen vielfältige Beobachtungen zur informatische Modellierung von Dokumenten und ihrer Implementierung in \LaTeX . Eine zusammenfassende Perspektive ist die *Erleichterung wissenschaftlichen Arbeitens durch viele Funktionen*. Die benannte Vielfältigkeit, die eindeutig als Vorteil aufgefasst wird, zeigt sich insbesondere in folgenden Ansichten

\LaTeX ist besonders gut geeignet für ...

- *das Bibliographieren, unkomplizierte Zitiation*
- *das Einfügen von Grafiken oder PDF*
- *das Einfügen interner Referenzen*
- *das Strukturieren von Dokumenten und Inhaltsverzeichnis*
- *die Auflistung von Stichpunkten mit Befehlen*
- *das Hinzufügen von Quellen und Lizenzen*

Darüber hinaus wird die Möglichkeit mit *Kommentaren* zu arbeiten als Bereicherung empfunden. Ein *einheitlicher Stil* sowie *eine schnelle und stabile Formatierung* bis hin zu *Formatvorlagen* werden besonders hervorgehoben. Insgesamt verlaufe die *schriftliche Dokumenterstellung mit LaTeX entspannter und strukturierter* als mit *What You See Is What You Get (WYSIWYG)*-Systemen. Die studentische Erkenntnis, dass *Markierungen für Transparenz sorgen*, stützt diese These. Die Studierenden verstehen den »Mehraufwand« der Auszeichnung durch Elemente einer formalen Sprache als *Zugewinn*, um die formale Beschreibung des Dokumentes für sich und Dritte sichtbar zu machen und – im Sinne der Nachhaltigkeit – für zukünftige Verwendungen durch sich selbst oder andere eine *transferfähige* und daher rein *quelltextbasierte* Implementierung des Dokumentes vorliegen zu haben.

Wesentlicher Nachteil von \LaTeX sei die *zeitintensive Installation* von \TeX Live.

K 8: Textueller Zugang

Insgesamt ist der *textuelle Zugang als bereichernd* wahrgenommen worden; diese Form des Zugangs sei *nicht schwer gefallen*, wenngleich *Quelltext erstmal aufwändiger* ist, wird er als *interessant und nützlich* erachtet und der *Aufwand ist lohnend*. In diesem Sinne sei das *Schreiben von Quelltext zunehmend schneller* gegangen. Dadurch wird eine *Konzentration auf den Quelltext* ermöglicht. Für die einen erscheint Quelltext *wegen LaTeX sinnvoll*, für die anderen besteht eher ein *geringer Nutzen* eines textuellen Zugangs. Die *Bedienung eines Informatiksystems* habe sich *verändert*. Dies deckt sich mit den bereits dargestellten Erfahrungen zur Kommandozeile und zu \LaTeX als Werkzeug.

K 9: Perspektiven

Als Perspektive für die Dokumentenmodellierung, die *viele Möglichkeiten mit LaTeX* biete, geben die Studierenden eine \LaTeX -Nachnutzung in universitären wie auch in schulischen Zusammenhängen an. Die Vorzüge lägen eindeutig in der *Formatierung sowie in der eigenen Gestaltung*. *Als angehende Lehrkräfte gibt es die Möglichkeit, Präsentationen, Arbeitsblätter usw. zu erstellen*. Einige Studierende geben an, Hausarbeiten oder ihre Bachelorthesis mit \LaTeX erstellen zu wollen. Dies spricht für die Entscheidung, neben der Projektarbeit, die ein nahezu beliebiger mit \LaTeX gestaltbarer Dokumententyp sein kann, die Dokumentation des Projektes ebenfalls in \LaTeX zu modellieren. Den Studierenden wird durch eine entsprechende Vorlage eine Möglichkeit dargeboten, eine wissenschaftliche Arbeit in \LaTeX zu verfassen.

K 10: Sicht auf Informatik

Die *Sicht auf Informatik* sei durch Besuch der Lehrveranstaltung verändert. Informatik sei *sowohl verstanden als auch angewendet* worden. Dies deutet darauf hin, dass zum einen informatische Kompetenzen auf konzeptueller Ebene entwickelt oder gestärkt werden und dass zum anderen die Anwendung bzw. der Transfer der Konzepte in die praktische Arbeit gelungen ist. So wird angegeben, dass der *Hintergrund von Informatiksystemen* durchdrungen wurde, was den *Alltag erleichtert*. Hier wird insbesondere das *Sprechen über die Kommandozeile* als einschlägig referiert. Die Herausbildung dieser Einschätzung seitens der Studierenden sei durch den *Verbund von Vorlesung und Seminar* geschehen.

6.4. Konsequenzen für die Zielperspektive der projektorientierten Vertiefung

Stellt man eine zusammenfassende Betrachtung der Entwicklung von P_0 bis P_3 an, kann diese folgendermaßen charakterisiert werden: In der ersten Phase fand eine Pilotierung statt, die zunächst projektorientiertes Studieren in Form einer zeitlich sehr eingeschränkten Projektübung erprobt hat (P_0). Aufgrund dieser Erfahrung wurde aus dem Übungsformat ein Seminarformat entwickelt (P_1). Die zweite Phase umfasst die dargestellten

Durchgänge P_2 und P_3 des Projektseminars, in der die Weiterentwicklung hinsichtlich einer Fokussierung auf die informatische Modellierung von Dokumenten vorangetrieben wurde. Informatikdidaktische Anforderungen an projektorientiert gestaltete informatische Bildungsprozesse wurden dabei berücksichtigt. Die studentische Reflexion dieser Prozesse wurde durch zusammenfassende qualitative Inhaltsanalyse ausgewertet und in den in P_2 und P_3 dargestellten Kategorien dokumentiert. Die Ergebnisse werden als dokumentierte Erfahrungen der Studierenden mit einem textuellen Zugang (im Rahmen informatischer Modellierung) in Kapitel 7 aufgegriffen und vor dem Hintergrund der Angemessenheit textueller Darstellungsformen in der Lehrkräftebildung für die entsprechende Zielgruppe interpretiert.

Eine über die dargestellten Durchgänge des Projektseminars angedeutete dritte Phase zeigt sich in dem Transfer des erfolgreichen Konzeptes projektorientierten Studierens in die Vorlesung. Die in 6.2 und 6.3 herausgearbeitete positive Entwicklung der Projektorientierung wirkt (seit V_2) in die Vorlesung zurück. Nach Übungen im Hörsaal und einem Projekt zur Modellierung und Implementierung einer selbst entwickelten Problemstellung mit dem Mikrocontroller Calliope in V_2 wurde in V_3 ein Tutorium eingerichtet, das die Vorlesung durch projektorientierte Studienaufgaben begleitet. Die praktischen Aufgaben, die die Studierenden im Laufe des Semesters in Anlehnung an die Vorlesung bewältigen müssen, umfassen die zwei folgenden Elemente: Zum einen setzen sich die Studierenden aktiv mit der (in der Ringvorlesung erschlossenen) informatischen Modellierung auseinander, indem sie eine Problemstellung durch ein entsprechendes informatisches Modell lösen und dazu auch ein Programm (in der Programmiersprache Python) umsetzen. Zum anderen müssen die Studierenden die Verschlüsselung ihrer E-Mails leisten, indem sie ein entsprechendes Public-Key-Kryptographie-Verfahren (Element der Ringvorlesung) auf ihrem Informatiksystem einrichten. Das (studentisch geleitete) Tutorium bietet den Studierenden dabei Unterstützung an.

Teil III.

Transfer

7. Fachdidaktische Angemessenheit textueller Darstellungsformen

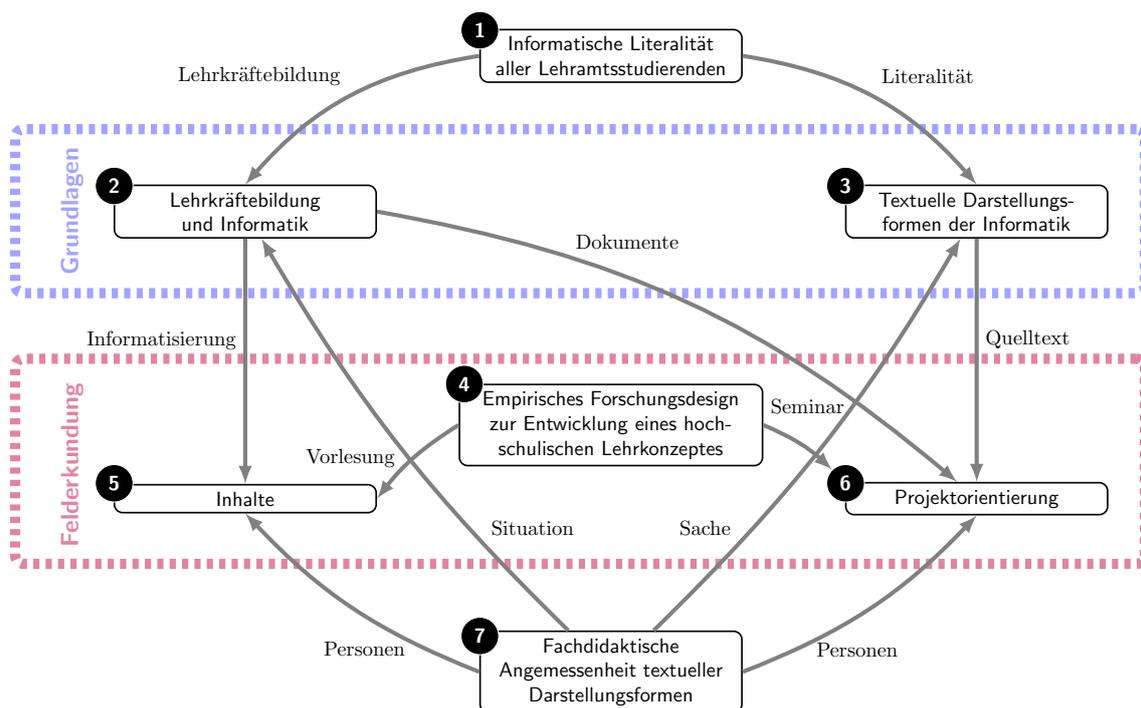


Abbildung 7.1.: Strukturskizze

In diesem Kapitel werden die theoretischen Überlegungen aus dem ersten Teil dieser Arbeit zur Lehrkräftebildung und zu textuellen Darstellungsformen informatischer Modellierung um die Erfahrungen aus dem zweiten, dem empirischen Teil zur Implementierung in der Lehrkräftebildung erweitert, um letztlich daraus zentrale Erkenntnisse zur Angemessenheit textueller Darstellungsformen der Informatik für die Gestaltung allgemeiner Lehrkräftebildung zu gewinnen.

Die Ausarbeitungen in Kapitel 2 haben bereits hervorgebracht, dass die Betrachtung von Dokumenten im schulischen Zusammenhang sowohl unter einer medialen wie auch einer informatischen Perspektive einer Förderung informatischer Literalität (vgl. Kap. 1) zuträglich sein können. Schrift und Darstellung erweisen sich als Ressourcen informatischer Bildungselemente. Der Fokus auf textuelle Darstellungsformen eröffnet dabei jedoch nicht allein prägende Bildungsmomente, sondern ist ebenso von fundamentaler, fachlicher Bedeutung (vgl. Kap. 3). Die fachdidaktische Skalierung der Faktoren informatischer Fachgegenstand »textuelle Darstellungsformen«, Methode informatische Mo-

dellierung sowie schulpraktische Bezüge (im Kontext von Dokumenten) führt zur **Forschungsfrage FF 3: Wie zeichnet sich die fachdidaktische Angemessenheit textueller Darstellungsformen in der Lehrkräftebildung aus?** Eine erfolgreiche Legitimation von Quelltext als fundamentale Idee der Informatik ist bereits in 3.3 erfolgt und ergibt, dass unter diversen Umständen die fachdidaktische Gestaltung des Gegenstandes (hier: Quelltext) *generell* möglich ist. Außen vor bzw. unpräzise muss sie dabei für eine konkrete Lernsituation bleiben, in der Lerngruppe, Anspruch/Zielperspektive und institutionelle Rahmung ineinander greifen müssen, um die Möglichkeit, informatische Bildungsprozesse zu initiieren, zu fördern. Für diese Skalierung bietet es sich an, die Angemessenheit von Quelltext für das im zweiten Teil exemplarisch erkundete Feld der Lehrkräftebildung zu analysieren (vgl. 7.2, 7.3, 7.4). Da für den Angemessenheitsbegriff in der Informatikdidaktik keine systematischen, theoretischen Vorarbeiten existieren, wird zunächst eine Begriffsklärung im Zusammenhang mit Texten vorgenommen (vgl. 7.1).

7.1. Angemessenheitsbegriff

Der Begriff der Angemessenheit (oder: Adäquatheit) ist ein vielschichtiger und zeitvarianter Begriff durch verschiedene Disziplinen hindurch – etwa Philosophie, Kunst oder Sprachwissenschaft. Im Bereich der Sprache, der für den Zusammenhang dieser Arbeit – neben »(fach-)didaktischer Angemessenheit« – am interessantesten ist, gehen die Überlegungen zum Begriff »angemessen« auf die Rhetorik CICEROS zurück. Sprache wird in der Linguistik als soziales Phänomen angesehen, da neben dem strukturalistischen Aufschluss (Betrachtung von Syntax und Semantik) insbesondere ein pragmatischer Zugang bedeutsam ist (vgl. Beaugrande und Dressler 1981; Fix 2017).

7.1.1. Informatikdidaktisches Desiderat

Ehe herausgearbeitet wird, was Angemessenheit im linguistischen Kontext bedeutet, sei der Blick zunächst auf die Informatikdidaktik geworfen: Es liegen keine fundierten Ausführungen über einen Angemessenheitsbegriff vor. Schaut man auf die quantitative Verwendung des Terminus »angemessen« in etablierten Lehrwerken der Informatikdidaktik (Schubert und Schwill 2011; Humbert 2006; Hubwieser 2007), stellt man fest, dass der Begriff durchaus zur Sprache kommt (vgl. Tab. 7.2).

Werk	Vorkommnisse
Schubert und Schwill 2011	25
Humbert 2006	26
Hubwieser 2007	14

Tabelle 7.2.: Vorkommnisse des Begriffes »angemessen« in exemplarisch ausgewählten informatikdidaktischen Lehrwerken

Qualitativ sind dabei folgende Verwendungsbereiche des Begriffes »angemessen« *zusammengefasst*¹ identifizierbar:

- allgemein-didaktisch
- fachdidaktisch
- fachwissenschaftlich
- kompetenzbezogen
- altersbezogen
- zeitlich
- Problem
- Aufgabenangemessenheit
- informatische Bildung
- Sonstige

Im Wesentlichen zeichnen sich zwei Verwendungsbereiche ab: ein kriterienbezogener (vgl. Alter, Zeit, Problem) und ein disziplinbezogener (allgemein-didaktisch, fachdidaktisch, fachwissenschaftlich). Wie sich zeigen wird, werden diese Verwendungen durch den pragmalinguistischen Angemessenheitsbegriff abgedeckt. Für Dokumente als spezifischer Gegenstand der informatischen Modellierung betont HUMBERT, dass Lernende »Text-, Grafik-, multimediale und vernetzte Dokumente erstellen und dabei die Strukturierungsmöglichkeiten für die jeweilige Dokumentenart angemessen nutzen können« (Humbert 2006, S. 213) sollen. Inwieweit dies in den durchgeführten und dokumentierten Lehrveranstaltungen tatsächlich sowie grundsätzlich – aus der Theorie heraus – der Fall war bzw. sein kann, wird im weiteren Verlauf des Kapitels erörtert.

Schließlich ist die von NAUR angeführte Relation von Menschen, Problemen und Werkzeugen hinsichtlich ihrer internen Bezüge so angelegt, dass Aspekte einer Angemessenheit im informatischen Sinne deutlich werden:

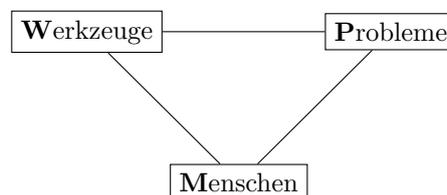


Abbildung 7.2.: NAUR – People, problems, and tools as fundamental elements in problem solving (übersetzt aus Caeli 2021, S. 48)

WP Werden die Werkzeuge verwendet, um Probleme zu lösen, die Lernende/Studierende als Probleme verstehen?

MW Verstehen Lernende/Studierende Werkzeuge als geeignete Dinge, um Probleme zu lösen, und denken sie darüber nach?

PM Lösen Lernende/Studierende wissentlich ein Problem, das für den Menschen relevant ist?

(Caeli 2021, S. 55, übersetzt in: Humbert und Müller 2023, S. 59)

¹ Für eine Detailaufstellung mit konkreten Einzelbelegen s. Anhang D.2.

Diese Fragen lassen sich als Überprüfungs-kriterien für die Angemessenheit von Werkzeugen und Problemen in informatischen Modellierungskontexten deuten. Im Fokus steht einerseits die Klärung, ob Werkzeuge einen für Menschen sinnhaften und zugleich »problemangemessenen« Einsatz erfahren; andererseits werden Probleme hinsichtlich ihrer Relevanz für Menschen untersucht. Der Interpretation des Ansatzes von NAUR als möglicher Angemessenheitsbegriff in der Informatik folgt im nächsten Abschnitt eine Rekurrenz auf die Linguistik, in deren Diskussionen der Angemessenheitsbegriff durch zahlreiche Forschungsvorhaben wissenschaftlich fundiert zur Verfügung steht. Nichtsdestoweniger ist ein späterer Aufgriff der hier geleisteten Interpretation denkbar.

7.1.2. Pragmalinguistischer Zugang

Für das weitere Vorhaben der Analyse der fachdidaktischen Angemessenheit erweist sich KIENPOINTNERS pragmalinguistischer Angemessenheitsbegriff als zielführend. Er stellt die sprachliche Äußerung – sprich: die Formulierung bzw. den Text – in den Mittelpunkt seines Modells und trianguliert die Aspekte »Sache – Beziehung – Situation« (vgl. Kienpointner 1996; Kienpointner 2005) um das Zentrum (vgl. Abb. 7.3). SCHIEWE präzisiert die drei Dimensionen der Angemessenheit der Formulierung als sachliche Adäquatheit, publikumsbezogene Passendheit und situationsspezifische Angebrachtheit (vgl. Schiewe 2016, S. 17).

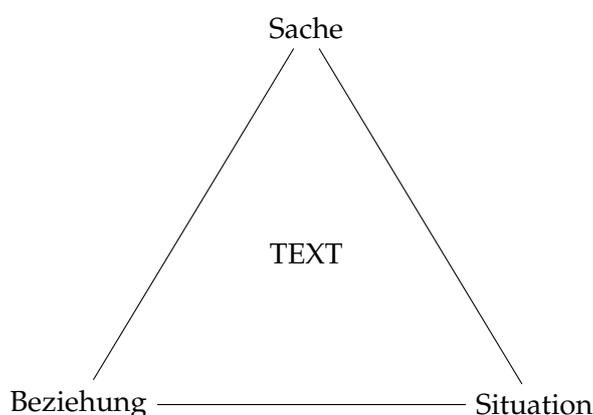


Abbildung 7.3.: Angemessenheit in der Pragmalinguistik (nach Kienpointner 2005)

Die Angemessenheit eines Textes richtet sich demnach zu gleichen Teilen nach den drei Aspekten Sache, Beziehung und Situation (vgl. Abb. 7.3). Die Beantwortung der nachstehenden Teilfragen lässt einen Rückschluss für die Angemessenheit des Textes zu:

Aspekt »Sache« Ist der Text hinsichtlich Form und Inhalt zur Beschreibung bzw. zum Ausdruck des Sachgegenstandes angemessen (fähig, fachlich korrekt)?

Aspekt »Situation« Ist der Text hinsichtlich Form und Inhalt dem situativen Kontext angemessen – sprich: Sind Formulierungen und Inhalt in diesem Zusammenhang vertraut, erlaubt, ...?

Aspekt »Beziehung« Ist der Text hinsichtlich Form und Inhalt angemessen (z. B.: verständlich) für die Rezipient*innen?

Bezieht man das Konzept der pragmalinguistischen Angemessenheit auf die Forschungsfrage dieser Arbeit, ist folgender Aufschluss denkbar: Im Fokus – in der Mitte des Dreiecks (vgl. Abb. 7.4) – stehen die textuellen Darstellungsformen der Informatik als Formulierung bzw. als *Text*, wie in Kapitel 3 ausgearbeitet. Deren Angemessenheit richtet sich nach der *Sache* »Informatische Modellierung von Dokumenten«, nach der Beziehung der *Personen*, also der Studierenden, zu den textuellen Darstellungsformen und nach der *Situation* der universitären, fachunabhängigen Lehrkräftebildung. Nimmt man hier die Interpretation des Ansatzes von NAUR zur Relation »Mensch – Werkzeug – Problem« hinzu, lassen sich die folgende Bezüge ausweisen: Der Aspekt der Personen adressiert den Menschen aus NAURs Modell; Sache und Situation stellen gemeinsam eine Repräsentation von NAURs Problemen dar; die textuelle Darstellungsform – hier zentral gesetzt – ist eine Ausprägung des Werkzeugbegriffes. Der aus der Pragmalinguistik entwickelte, informatikdidaktische Ansatz für einen Angemessenheitsbegriff (vgl. Abb. 7.4) gewinnt dadurch eine Perspektive, die die Frage nach Angemessenheit in folgender Weise stellt: Ist das Werkzeug (hier: textuelle Darstellungsform) für den Gegenstand und den Kontext des Problems sowie für die beteiligten Personen angemessen? Um den Anschluss an die wissenschaftliche Fundierung der Pragmalinguistik jedoch nicht zu verlieren, werden die aufgestellten Begrifflichkeiten Personen, Sache, Situation im Folgenden verwendet. Zudem besteht die Vermutung, dass die Aufteilung des Problembegriffes im entwickelten Ansatz (vgl. Abb. 7.4) einer vertieften, theoretischen Auseinandersetzung bedürfte, die vom Umfang als Exkurs hier nicht zu leisten ist. Dazu gesellt sich, dass der Problembegriff im theoretischen Teil dieser Arbeit und in Konsequenz auch in den empirischen Studien weniger Relevanz hat und dass die weitere Diskussion im Kontext dieser Arbeit nicht zielführend wäre.

In Kapitel 2 wurden die Einstellungen der *Personen* in Form von Zugang(-smöglichkeiten) und Relevanz für die Zielgruppe der Lehramtsstudierende bereits dokumentiert. Dies lässt sich semiotisch untermauern durch die Aussage, dass die »essence of programming in a semiotic perspective is [...] to use the machine to try to tell people something« (Andersen 2009, S. 18). Darin zeigt sich das kommunikative Anliegen bei der pragmalinguistischen Analyse der Angemessenheit in der Informatikdidaktik. Im Kapitel 3 wurde durch eine Analyse aufgezeigt, dass textuelle Darstellungsformen für informatische Modellierung basal sind – insbesondere auch für die in Kapitel 2 geforderte informatische Modellierung von Dokumenten. Im zweiten Teil dieser Arbeit wurden verschiedene Gestaltungsoptionen für eine universitäre Lehrveranstaltung geplant und erprobt. Diese lehrpraktischen Gestaltungsüberlegungen und -erprobungen aus dem empirischen Teil dieser Arbeit tragen zu allen drei Aspekten (Sache, Situation, Personen) bei. In deren Zusammenhang hat die konkrete Quelltextarbeit eine zentrale Rolle eingenommen. Sowohl \LaTeX als auch Python wurden als Beispiele formaler Sprachen ausgewählt, mit denen die Studierenden Problemlösungen gestaltet haben. Insgesamt wurden sogar folgende formale Sprachen über die Zeit erprobt:

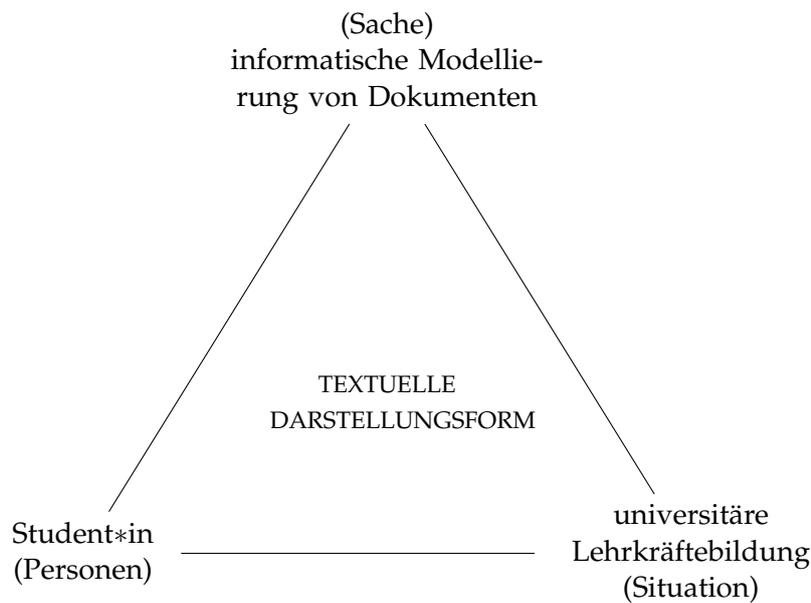


Abbildung 7.4.: Angemessenheit: Textuelle Darstellungsformen der Informatik in der Lehrkräftebildung

- HTML
- CSS
- JavaScript
- Python
- NEPO (block codes) (vgl. Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme 2023)
- \LaTeX
- bash

In der Pragmalinguistik gilt gelingende Kommunikation als Zielperspektive: »Letztlich ist Angemessenheit als eine variantenreiche ›Anpassung‹ an ›Normen‹ zu verstehen, die Konventionen und Übereinkunft, das System, vorgeben« (Arend 2015, S. 134). Für die Informatikdidaktik ergibt sich daraus folgender Transfer: Die Angemessenheit textueller Darstellungsformen ist als variantenreiche Anpassung an formale Sprachen zu verstehen, deren Adressat*innen sowohl Mitmenschen als auch Maschinen sind. Die Zielperspektive dieser Angemessenheit ist eine gelingende Kommunikation in informatischen Bildungsprozessen, die einen Beitrag zur Förderung informatischer Literalität leisten. »Die isolierte Betrachtung von Wörtern, Äußerungen, Texten bildet keine gesicherte wissenschaftliche Grundlage für deren Bewertung, vielmehr müssen stets die Gebrauchskontexte mit einbezogen werden« (Schiewe 2016, S. 16). Informatikdidaktisch interpretiert bedeutet dies, dass, wenngleich die Informatik analog zum strukturalistischen Ansatz in der Linguistik alleinig mit formalen Sprachelementen gestaltend tätig werden kann, es zur Bewertung² einer Kontextualisierung bedarf. Der Verbleib bei Syntax und

² Im Sinne informatischer Literalität sei hier an die Kompetenzklasse »Entscheidung« erinnert.

Semantik ist unzulässig³. Der sprachliche Ausdruck der antiken Rede wird als *elocutio* bezeichnet und umfasst die vier Aspekte *aptum*, *latinitas*, *perspicuitas* und *ornatus* (vgl. ebd., S. 16). für die Informatik und ihre Didaktik ergibt sich für den Gegenstand Quelltext als zentrale, textuelle Darstellungsform eine analoge Betrachtung (vgl. Tab. 7.3).

Element der <i>elocutio</i>	Bedeutung	Quelltext-Aspekt	Bedeutung
<i>aptum</i>	Angemessenheit	Q_{Prag}	realweltlicher Problembezug – als didaktisches Kriterium
<i>latinitas</i>	Sprachrichtigkeit	Q_{Syn}	sprachliche Äußerung (Struktur)
<i>perspicuitas</i>	Klarheit	Q_{Sem}	Dokument – Klarheit der Inhalte (Inhalt)
<i>ornatus</i>	Redeschmuck	Q_{Prag}	etwa Styleguides, Effizienz u. ä. (Form)

Tabelle 7.3.: Transfer der Aspekte des sprachlichen Ausdrucks von antiken Reden in die Informatikdidaktik

Dass der hier rezipierte Angemessenheitsbegriff schließlich auch zur anvisierten informatischen Literalität führt, ist JANICHs Aussage zu entnehmen:

Sprachbewusstsein als Teil von Sprachkultiviertheit ist deshalb ein sinnvoller Anspruch an jeden Sprecher, weil erst die Fähigkeit, nicht nur routiniert Konventionen zu folgen, sondern auch aufmerksam und in diesem Sinne bewusst und situationsbezogen über die Art des eigenen sprachlichen Handelns zu entscheiden, zu echter Eigenverantwortlichkeit und damit Mündigkeit führt

(Janich 2005, S. 31 in Schiewe 2016, S. 17)

Sprachliches Handeln ist hier als Handeln mit textuellen Darstellungsformen zu interpretieren. Routinierte Konventionen, also die reine *Anwendungsebene*, zu verlassen und den *Gestaltungsanspruch* der Informatik zu berücksichtigen, um eigenverantwortlich *Entscheidungen* zu treffen, kongruiert nahezu mit den Kompetenzklassen informatischer Literalität.

Eine Grenze des Transfers des pragmalinguistischen Angemessenheitsbegriffes in die Informatikdidaktik zeigt sich darin, dass eine Verletzung sprachlicher Korrektheit und Kongruenz zugelassen wird, insofern sie von der sprechenden Person intendiert ist (vgl. Coseriu 1988, S. 176 ff.), weil sie die Kommunikation (sogar besser) gelingen lässt⁴. Diese

³ Im Gegenzug ist z. T. zu beobachten, dass Teile der Informatik Interessen unterstützen (oder sie selbst entwickelt haben), Menschen von der pragmatischen Ebene auszunehmen und sie exklusiv dem berechenbaren Bereich der Syntax und Semantik zuzuführen.

⁴ Bei Verständigungsschwierigkeiten zweier verschiedensprachiger Menschen, bei denen der eine die Sprache des anderen zumindest rudimentär beherrscht, kann die Einhaltung sprachlicher Korrektheit zum Hindernis einer gelingenden Kommunikation werden.

– wenn auch beabsichtigte – Aufhebung der Korrektheit ist für informatische Zusammenhänge nicht tragfähig. Die Korrektheit des Quelltext als sprachliche Äußerung (Q_{Syn}) ist Voraussetzung, um der dualen Intentionalität – Mensch *und* Informatiksystem – zu genügen. Q_{Sem} und Q_{Prag} können als ontologische Instanzen zwar unabhängig von Q_{Syn} existieren⁵, allerdings ist eine Gesamtbetrachtung der Angemessenheit des Gegenstandes Quelltext als textuelle Darstellungsform mit intendierter formal-sprachlicher Inkorrektheit nicht zielführend.

7.2. Situation: Quelltext in einer wissenschaftlichen Lehrveranstaltung

Die *Situation*, nach der sich die Angemessenheit richtet, umfasst in dem Forschungskontext dieser Arbeit die universitäre Lehrkräftebildung. Sie erhebt den Anspruch der Wissenschaftlichkeit – insbesondere auch bezogen auf diejenigen Disziplinen, die Beiträge zur Lehrkräftebildung leisten. In dieser Arbeit wurde bereits dafür argumentiert, dass sich die Informatik als eine dieser Disziplinen herausstellt (vgl. Kap. 2). Ergänzend ist hier zu benennen, dass SHULMAN bereits erkennt: »I begin with the assumption that most teaching is initiated by some form of ›text‹« (Shulman 1987, S. 14). Hierin liegt nun ein besonderer Beleg dafür vor, dass die Gestaltung von Text für Lehrkräfte ein bedeutendes Tätigkeitsfeld ist – nicht nur informatisch, sondern auch pädagogisch betrachtet. Darüber hinaus ist auf den Ansatz von VOSS zu verweisen, die Unterrichtsmodelle für umfassende Weiterbildungsmaßnahmen zur Textverarbeitung bzw. Tabellenkalkulation entwirft und evaluiert, welche für die typischen Anwendungsfälle der Büroarbeit umgesetzt werden können (vgl. Voß 2006, S. 169). Im Kontext der Tätigkeiten von Lehrkräften werden im Bereich der schulischen Organisation Informatiksysteme eingesetzt, um »typische Büroarbeiten« durchzuführen. Zur Gestaltung von Unterricht und in den weiteren Handlungsfeldern wie Beraten und Erziehen, sind Lehrkräfte dazu angehalten, *textuell* und *schriftlich* mit Kolleg*innen, Schüler*innen und Eltern zu kommunizieren. Dies ist in der wissenschaftlichen Phase der Lehrkräftebildung entsprechend vorzubereiten. Schließlich stellt FÄNGMER in seinen Ausarbeitungen dar, dass wissenschaftliches Schreiben eine informatische Perspektive erfahren kann (vgl. Fängmer 2020). Die Erhebungen aus dem empirischen Teil dieser Arbeit legen nahe, dass den Studierenden die Gestaltung von Unterrichtsmaterial und auch den wissenschaftlichen Seminararbeiten als Dokumentation der Projekte leicht möglich war. Insgesamt hat die informatische Modellierung von Dokumenten für die Lehramtsstudierenden zufriedenstellende Ergebnisse hervorgebracht – sowohl vorlagenbasiert als auch frei modellierend (vgl. P_2 – K3 in 6.2.2).

Innerinformatisch betrachtet sind textuelle Darstellungsformen grundlegend für eine wissenschaftliche Auseinandersetzung mit der Informatik (vgl. 2.1, 3.3, 5.5.1). Um klare Fachkommunikation sowie syntaktisch, semantisch eindeutige Interpretation durch Automaten zu erreichen, werden in exakten Wissenschaften normierte Formen verwendet. Der didaktische Aufschluss zentraler Konzepte sollte den aus dem Vermittlungsprozess er-

⁵ Ein Quelltext kann formal-sprachlich inkorrekt sein, dennoch hat er als Dokument bestand und kann auf pragmatischer Ebene einen Ansatz zur Lösung eines Problems darstellen.

wachsenen Anforderungen genügen. Offen ist bislang geblieben, ob textuelle Darstellungsformen spezifisch für Erstlernende geeignet sind. In Kapitel 3 konnte bereits verdeutlicht werden, dass der Gegenstand Quelltext graduell adaptierbar ist. In diesem Abschnitt bedarf es aber einer eingehenden, konkreten Untersuchung mit Blick auf die Situation einer wissenschaftlichen Lehrveranstaltung. Ziel ist es also, die wissenschaftliche Angemessenheit (als situative Angemessenheit) textueller Darstellungsformen für die Lehrkräftebildung zu belegen.

Die Empfehlungen der GI für Informatikkompetenzen aller Lehrkräfte beinhalten folgende Kompetenzbeschreibungen, die eine Auseinandersetzung mit textuellen Darstellungsformen nahelegen:

- »analysieren mit Schüler*innen ggf. fragwürdige Informationsquellen und zeigen Möglichkeiten zur Überprüfung der Glaubwürdigkeit von Webseiten anhand mehrerer Merkmale (z. B. Metadaten, Zertifikate, Whois-Abfragen)« (Gesellschaft für Informatik e. V. 2023, 30, Information und Daten)
- »nutzen mit entsprechender Software die bereitgestellten Dienste entfernter Informatiksysteme verantwortlich, sicher und selbstbestimmt« (ebd., 31, Informatiksysteme)
- »automatisieren mit geeigneten Werkzeugen (Tabellenkalkulation, Datenbanken) Auswertungen von Lernstandserhebungen und reflektieren die Wirkung dieser Informationsverarbeitung auf ihre Schüler*innen« (ebd., 33, Modellieren und Implementieren)
- »trennen Inhalt, Struktur und Layout von Unterlagen z. B. mittels Formatvorlagen und Dokumentenbeschreibungssprachen, um die Unterlagen und die der Schüler*innen wiederverwendbar und verteilbar zu machen« (ebd., 34, Strukturieren und Vernetzen)
- »wählen für ihre Schüler*innen geeignete Darstellungen für Verweise in Lehr-Lern-Materialien aus (z. B. QR-Codes, Hyperlinks)« (ebd., 35, Darstellen und Interpretieren)

Unter der Annahme, dass es sich bei Lehramtsstudierenden um Erstlernende der Informatik handelt, die im allgemeinbildenden Teil ihrer allgemeinen Hochschulreife nicht unbedingt Elemente zur informatischen Bildung belegt haben müssen (vgl. Kap. 1), ist zudem der Bezug auf die GI-Empfehlungen zu Bildungsstandards in Informatik berechtigt. In den Empfehlungen wird der Prozessbereich »Darstellen und Interpretieren« ausgewiesen. Dabei ist im Sinne der Spiralcurricularität zunächst an eine unterstützende Funktion der Darstellung zu denken, des weiteren werden geeignete Darstellungsformen selbst ausgewählt (vgl. Gesellschaft für Informatik e. V. 2008, S. 14). Schließlich sind Kompetenzen aus diesem Prozessbereich grundlegend, damit Lernende das Verständnis von Beziehungen informatischer Sachverhalte anderen zugänglich machen können. Folgende Kompetenzen werden für Schüler*innen aller Jahrgangsstufen konkret aufgeführt:

- interpretieren unterschiedliche Darstellungen von Sachverhalten,
- veranschaulichen informatische Sachverhalte,
- wählen geeignete Darstellungsformen aus

(Gesellschaft für Informatik e. V. 2008, S. 14)

Daraus wird unmittelbar ersichtlich, dass die fachdidaktische Diskussion zur klaren Empfehlung einer unterrichtlichen Auseinandersetzung mit Darstellung und Darstellungsform als bedeutsames Thema der Informatik führt. Spiralcurricular betrachtet fällt der Darstellung zunächst lediglich eine unterstützende Funktion zu, schließlich sollen die Lernenden aber selbst geeignete Darstellungsformen auswählen. Insbesondere ist darauf zu verweisen, dass Kompetenzen entwickelt werden, die es ermöglichen, ein eigenes Verständnis von Beziehungen informatischer Sachverhalte anderen deutlich zu machen. Dies ist ein wichtiger Seiteneffekt für die allgemeine Lehrkräftebildung, denn, obwohl sie Informatik nicht unterrichten werden, werden die Lehramtsstudierenden in unterrichtliche Situationen kommen, in denen ein Verständnis z. B. des Algorithmusbegriffs abverlangt wird, den sie als Lehrkräfte den Lernenden angemessen darstellen können. Auffällig ist bei den GI-Empfehlungen für Bildungsstandards die synonyme Verwendung der Begriffe »Darstellung«, »Darstellungsform«, »graphische Notationsform«, »Veranschaulichung« oder auch »Visualisierung«. Dies vernachlässigt die von BRUNER (1974) ausgearbeitete Differenzierung enaktiver, ikonischer und symbolischer Darstellungsebenen. Die Darstellung muss informatisch differenziert in den Blick genommen werden, um sicherzustellen, dass *textuelle* Darstellungsformen tatsächlich der Situation angemessen sind, Lehrkräften einen ggf. primären Zugang zur Informatik darzubieten. Die Frage nach textuellen Darstellungsformen im Kontrast zu alternativen Darstellungsformen anderer Darstellungsebenen adressiert in informatischen Modellierungszusammenhängen insbesondere die Implementierung. WEINTROP fokussiert dazu den Begriff der Modalität. In einer quasi-experimentellen Mixed-Methods-Studie untersucht er den Effekt blockbasierter, textbasierter und hybrider (Block und Text) Programmierumgebungen in der Highschool. Erhoben wurden dabei die vermittelten informatischen Konzepte, die Einstellung der Lernenden sowie die Übergänge zwischen den verschiedenen Implementierungsmodalitäten. Nachdem inhaltliche Hürden für das textbasierte Lernen zunächst höher scheinen, starten die blockbasiert Lernenden mit größeren Kompetenzentwicklungssprüngen und höherer Motivation. Diese Tendenz stagniert aber schließlich und inhaltlich führen beide Modalitäten letztlich zu einer ähnlichen Kompetenzentwicklung. Beim Übergang zu einer textuellen Programmiersprache bestätigt sich aber für die blockbasierte Lernen das Bewusstsein, dass die Parallelgruppe, die rein textbasiert lernt, »echte« Modellierungsarbeit leistet und der blockbasierte Angang eine eindeutige Simplifizierung darstellt. Blockbasierte Programmierung wird daher von den Lernenden als weniger authentisch und aufgrund der Vermutung, komplexere Vorhaben damit nicht umzusetzen zu können, als weniger »mächtig« wahrgenommen. Im Gegenzug erkennen die textbasiert Lernenden nach gewisser Zeit ein gesteigertes Selbstvertrauen bezüglich ihrer Programmierfähigkeit sowie ein höheres Interesse (vgl. Weintrop und Wilensky 2015, S. 207 f.; Weintrop 2016, S. 313 ff.). Dies deckt sich mit den erhobenen Perspektiven der Studierenden auf die textbasierte Arbeit mit dem Textsatzsystem \TeX , das einer gewissen Einarbeitungszeit bedarf, dann aber sich für Modellierungsanliegen bezüglich Dokumenten bewährt (vgl. Kap. 6). Zudem ist zu ergänzen, dass informatisch fachlich zuletzt ohnehin die Auseinandersetzung mit textuellen Darstellungsformen gesucht werden muss (vgl. Kap. 3). Die Frage nach der Modalität lässt sich beliebig weit differenzieren und durch empirische Erhebungen entsprechend untersuchen. So existiert etwa ein

Hinweis darauf, dass für den Zusammenhang der Spiele-Programmierung mit jüngeren Schüler*innen ikonische, blockbasierte Programmierung Fehlvorstellungen zum Konstrukt der Schleife besser als textuelle Programmierung vorbeugt (vgl. Mladenović, Boljat und Žanko 2017, S. 1498). JATZLAU und ROMEIKE betonen, dass ein Zugang über blockbasierte Programmierung didaktisch lohnend, aber im Wesentlichen noch unerforscht sei. Zugleich identifizieren sie Herausforderungen die u. a. durch neue Programmierkonzepte in blockbasierten Programmiersprachen aufträten, aber ebenfalls bislang nicht wissenschaftlich durch die Informatikdidaktik aufgeschlossen wurden (vgl. Jatzlau und Romeike 2017, S. 19). Daraus ist zu erkennen, dass der explorative, schulische Einsatz im Primar- und frühen Sekundarbereich durchaus empfehlenswert sein könnte. Für die Lehrkräftebildung wird aus den Betrachtungen jedoch nicht ersichtlich, ob sich Vorteile aus ikonischer Implementierung ergeben.

Enaktiv ist eine Implementierung durch Ausführung der Lernenden selbst gestaltbar (vgl. Siebrecht 2015, S. 55 ff.), z. B. im Kontext von Rollenspielen. Daraus lässt sich sogar ein Übergang von der enaktiven zur ikonischen Darstellungsebene abbilden, indem etwa zusammensteckbare Holzobjekte (Puzzleteile) in einer blockbasierten Sprache, wie Scratch, nachgebildet werden (Futschek und Moschitz 2011). Allerdings gilt es – gerade in dem situativen Kontext einer *wissenschaftlichen* Lehrveranstaltung – zu berücksichtigen, dass »[b]ei zu informellen Darstellungsformen [...] das Problem, dass die Unmissverständlichkeit der Lösungsbeschreibungen verloren geht, die sonst durch formale Sprachen geleistet wird« (Brinda 2004, S. 32), auftritt.

7.3. Personen: Quelltext als Lerngegenstand für Lehramtsstudierende aller Fächer

Die Angemessenheit textueller Darstellungsformen gegenüber den betroffenen Personen – sprich: den Lehramtsstudierenden – wird in diesem Abschnitt analysiert. Bei der Personengruppe handelt es sich um eine genderbezogen ausgewogene Gruppe. Dies trifft ebenso für die Breite an vertretenen Fächern der Lehramtsstudierenden zu (vgl. 5.2.2). Als eine erste Herausforderung für die Angemessenheit ist das sich daraus ergebende fächerübergreifende Studium zu sehen, das in einem Lehrkonzept entsprechende Berücksichtigung finden muss. Dass Studierende fachindividuell Erkenntnisse aus dem fächerübergreifenden Angebot entwickeln, zeigte in 5.2.3 die Untersuchung zur Strukturen und Modellen in den eigenen Fächern, die nach Besuch der Vorlesung verstärkt wahrgenommen wurden⁶. »Für den Informatikunterricht erscheint es insbesondere angemessen, im Sinne eines fachübergreifenden Arbeitens von einer Wirklichkeit auszugehen und die Modellkette bei der Konstruktion eines informatischen Modells bewusst zu machen« (Thomas 2002, S. 73). Diese Empfehlung von THOMAS wurde im in Kapitel 5 dargestellten Lehrformat in hohem Maße berücksichtigt, sodass informatische Bildung erfolgreich für die Zielgruppe gestaltet werden konnte. Die Fachdidaktik der einzelnen Personen wurde, wie in 5.2.4 aufgedeckt, jedoch nicht tangiert, was auch nicht primär

⁶ Zur Relativierung ist allerdings zu erwähnen, dass die Vorlesung neben textuell geprägten Veranstaltungselementen auch andere Darstellungsweisen adressiert hat.

beabsichtigt war. Erst durch die projektorientierte Erweiterung wurden auch fachdidaktische Implikationen für die Teilnehmenden initiiert.

Geht man vom professionellen Handeln einer Lehrkraft als Zielperspektive der Lehramtsstudierenden aus, sollte sich für diese Handlungen ebenfalls eine angemessene Motivation finden lassen. Mit den Ausarbeitungen in 2.3 und 2.4 wird ersichtlich, dass bestimmten Operationsformen der Schrift als Voraussetzung textueller Darstellungsformen der Informatik ohne Mühen exemplarisch Handlungen einer Lehrkraft zugeordnet werden konnten (vgl. Tab. 2.6). Auf der Ebene der individuellen Interaktion stellt sich die Angemessenheit in der Grunderfahrung der Erzeugung formalisierbarer und schließlich automatisierbarer Muster dar: Manuelle Prozesse, wie das Briefeschreiben oder Malen, die an das Bewusstsein der Produzent*innen gebunden sind, werden durch die informatisch bedingte Formalisierung zu automatisierbaren Prozessen der Manipulation, die nicht mehr an die Einheit von Bewusstsein und Zeichenherstellung gebunden sind (vgl. Herzig 2001, S. 109 f.). Interaktion mit Informatiksystemen – inklusive der Erzeugung von Dokumenten – als »symbolische Manipulation von binären Mustern, die auf der Ebene ihrer physikalischen Repräsentation interpretationsfrei sind« (vgl. ebd., S. 113), verlangt eine fundierte informatische Literalität, die dafür sorgt, dass die agierenden Personen ein Bewusstsein dafür entwickeln, dass ihr Handeln, ihre Interaktion wie auch immer geartete Konsequenzen von sich trägt, die ohne den entsprechenden informatischen Aufschluss nicht erkannt werden können.

Neben der globalen Ebene der Handlungen der Lehrkräfte und der individuellen Interaktion tritt das unmittelbare, soziale Umfeld der Lehrkraft. Kolleg*innen, Schüler*innen, Eltern oder Fachkräfte für Sonderpädagogik, Verwaltung usw. treten allesamt in Kommunikationsprozesse ein, die eine große Anzahl von Texten generieren. Die Organisation und vor allem die typographische Gestaltung der schriftlich fixierten Texte (z. B. Elternbriefe, Einladung zu Fachkonferenzen, Schreiben an Schüler*innen, Bestellformulare) geht nicht ohne soziale Implikationen einher. In diesem Sinne fordert FORSSMAN die soziale Bedeutung von Gestaltung zu bedenken (vgl. Forssmann 2016, S. 87), was für Lehramtsstudierende, wie gezeigt, insbesondere gilt und daher im Studium aufgegriffen werden sollte. »Gerade weil Laien nun unentwegt Satz produzieren (bei jedem Brief in ›Word‹ und ›Times‹, sogar bei jeder E-Mail), nehmen die aufmerksameren unter ihnen Schrift- und Satzfragen täglich wahr« (ebd., S. 88). Die Studierenden selbst wünschen sich, wie aus den Erhebungen in Kapitel 6 hervorgeht, Gestaltungen realisieren zu können, ausreichend Zeit dafür zu erhalten und dabei projektorientiert – mit persönlichem Lebenswelt- bzw. Studienbezug – vorgehen zu dürfen.

Ein weiteres Argument für die Angemessenheit der Auseinandersetzung mit textuellen Darstellungsformen ist die studentische Aussage, dass sie Werkzeuge und Methoden im Wesentlichen auf die Arbeit mit Informatiksystemen beziehen und dabei insbesondere WYSIWYG-Werkzeuge benennen können. Diese und die damit verknüpften Modelle betrachten sie als informatisch und führen nur in geringem Maße informatische Werkzeuge, Methoden oder Modelle ohne Informatiksystembezug an (vgl. 5.2.5). Der am häufigsten aufgeführte Kontext ist derjenige der Bürosoftware (vgl. Tab. 5.7). Daraus ist zu folgern, dass die Studierenden sich mit Werkzeugen für diesen Anwendungsbereich vermehrt beschäftigen (ggf. müssen). Die zahlreichen Formalitäten im Studienprozess sowie das wissenschaftliche Arbeiten – insbesondere das wissenschaftliche Schreiben – sind dafür

leicht erklärbare, starke Indikatoren. Die vermeintlich »gängigen Formate« von WYSIWYG-Werkzeugen (vgl. z. B. The Document Foundation 2023) werden in universitären Bildungskontexten kaum aus Werkzeugsicht aufgegriffen und erschlossen, sondern vielmehr vorausgesetzt. Jenseits von sachbezogenen Studiengängen (etwa Druck- und Medientechnologie, Informatik usw.) wird dabei außen vorgelassen, dass diese Formate eine komplexe Paketstruktur von XML-Quelltexten bilden. HERCZEG gibt dazu den Hinweis:

Bei Werkzeugen lässt sich beobachten, dass es oftmals einen Kompromiss zwischen hoher Funktionalität und guter Bedienbarkeit zu geben scheint. Je mehr Aufgaben es durch seine Funktionalität unterstützt, desto weniger ist das Werkzeug in seiner Ausprägung auf eine bestimmte Aufgabe optimiert.

(Herczeg 2018, S. 4)

Damit ist ein informatikdidaktischer Ansatz, wie Kapitel 3 und 6 ihn nahelegen, nicht angemessen für Lehramtsstudierende aller Fächer umsetzbar. Im Umkehrschluss ist die Erarbeitung von Dokumenten – beginnend bei der semiotischen Basis textueller Darstellungsformen (vgl. Abb. 3.13) – nahezu voraussetzungslos gestaltbar.

Die erhobenen Erfahrungen der Studierenden zeigen, dass solch eine textbasierte Gestaltung von Dokumenten möglich, zielführend und damit angemessen ist (vgl. 6.2.2 und 6.3.2). Quelltext, der als Archetyp textueller Darstellungsformen in der Informatik zu betrachten ist (vgl. Kap. 3), wurde durch das dokumentierte, projektorientierte Lehrformat (vgl. Kap. 6) am Beispiel der textuellen Darstellungsform von \LaTeX -Quelltext erarbeitet. Bezüglich des ontologischen Quelltext-Aspekts »sprachliche Äußerung« ist festzuhalten, dass die Studierenden eine Unterscheidung von Inhalt, Struktur und Form leisten können und das Beispiel der textuellen Darstellungsform Markdown-Quelltext als nützlich zur Notation von Inhalt und Struktur erachten (vgl. P_3 – K 4 in 6.3.2). Die rudimentäre Erarbeitung eines Kommandosystems wurde als interessant eingestuft, da sie den Hintergrund der GUI und die Systemkommunikation transparent macht, für die Nachnutzung sei das Werkzeug jedoch nicht geeignet. Dies bestätigt auch HERCZEG, der aussagt, Kommandosysteme seien für »Gelegenheitsbenutzer ungeeignet, da die Benutzer in der Lage sein müssen, syntaktisch korrekte Kommandos zu formulieren« (Herczeg 2009, S. 72).

Zu diskutieren wäre zudem die Anreicherung mit anderen Interaktionsformen und die Geschwindigkeit bei der Arbeit mit dem jeweiligen Werkzeug – Studierende ziehen hier graphische Anwendungen vor. Vorteil sei aber gewesen, dass die Einarbeitung in \LaTeX nach dem Kommandosystem weitaus weniger komplex gewesen sei, was ein Hinweis darauf sein könnte, dass das Vertrautwerden mit dem Kommandosystem, das den Umgang mit Zeichenketten als semiotischer Basis unmittelbar in den Fokus rückt, positive Effekte für die Arbeit mit Zeichenmatrizen in graphischen Editoren hat. Quelltext wird, nachdem er aufwändiger eingeschätzt wird, für die Lehramtsstudierenden interessant und nützlich, weil vertrauter. Schließlich ändert sich der gesamte Umgang mit einem Informatiksystem (vgl. P_3 – K 8 in 6.3.2).

Wenn man Quelltext als Dokument und Problemlösung in den erhobenen Studierenden-erfahrungen hinsichtlich seiner Angemessenheit in den Blick nimmt, ermöglichte die in-

formatische Modellierung von Dokumenten den Studierenden eine unkomplizierte Gestaltung von Unterrichtsmaterial und die Studierenden waren mit ihren Ergebnisse (sowohl vorlagenbasiert als auch frei modellierend) zufrieden. Wenngleich einzelne Einrichtungsarbeiten für \TeX Live sehr mühsam erscheinen⁷, wird der textuelle Zugang doch persönlich und beruflich als gewinnbringend eingeordnet. \LaTeX sei explizit für Universität und Schuldienst hilfreich und eine zukünftige Verwendung können sich die Studierenden m. E. vorstellen (vgl. P_2 – K 3 in 6.2.2).

Vorteile für das wissenschaftliche Schreiben sehen die Studierenden insbesondere im Bibliographieren, in der unkomplizierten Zitation, dem Einfügen interner Referenzen sowie dem Strukturieren von Dokumenten und Inhaltsverzeichnis. Gerade die studentische Erkenntnis, dass textuelle Markierungen für Transparenz sorgen und entwickelte Modellierungen (etwa Vorlagen für Formate) leicht portierbar und modifizierbar sind, ist ein wichtiger Indikator für die hier untersuchte Angemessenheit textueller Darstellungsformen der Informatik. Die von den Studierenden geäußerte Entspannungtheit und Struktur bei der schriftliche Dokumenterstellung mit \LaTeX als Beispiel für eine textuelle Darstellungsform gegenüber der Erstellung mit einem WYSIWYG-Werkzeug unterstreicht die Passendheit aus studentischer Sicht (vgl. P_3 – K 7 in 6.3.2).

Um kritischen Einstellungen zu spezifischen Methoden und Gegenständen des Projektseminars Raum zu geben, sei hier noch einmal auf singuläre Präferenzen für – konkret gesprochen – Office-Produkte aufmerksam gemacht. Allerdings ist dies als grundständige Einstellung von Studierenden aufgrund der Gewöhnungseffekte ihrer bisherigen Bildungsbiographie bereits oben in dieser Analyse aus fachlichen und didaktischen Gründen zurückgewiesen worden. Interessant ist hierbei, dass bei den Studierenden an dieser Stelle geäußert wurde, dass es bei weniger inhaltlich-methodischer Kompetenzentwicklung, zumindest doch eine Habitusänderung hin zu mehr Gelassenheit und Offenheit gegeben habe (vgl. P_2 – K 4 in 6.2.2). Dies deutet auf einen weiteren, positiven Seiteneffekt der Thematisierung von Quelltext hin. Grundsätzlich ist die Zielperspektive der Aufbau bzw. die Förderung informatischer Literalität der Lehramtsstudierenden, die nicht spezifisch an *konkreten* textuellen Darstellungsformen (z. B. \LaTeX) als exemplarische Ausprägung von Quelltext hängt, sondern durch Prozesse gefördert werden sollte, die den informatischen Aufschluss des Archetyps Quelltext intendieren.

7.4. Sache: Quelltext zur informatischen Modellierung von Dokumenten

Mit den fachlichen Ausarbeitungen zu textuellen Darstellungsformen informatischer Modellierung (vgl. Kap. 3) ist schon nahegelegt, dass Quelltext – selbst ontologisch unter semantischer Perspektive als Dokument aufzufassen (vgl. 3.4.2) – textuellen Darstellungsformen und darüber hinausgehend *sämtlichen* Darstellungsformen auf allen Darstellungsebenen eines Informatiksystems archetypisch vorausgeht. Ausgehend von der semiotischen Basis von Zeichenkette und Zeichenmatrix (vgl. 3.13) gelangt man mit dem Phänomen der autooperativen Schrift (vgl. Krämer 2005; Grube 2005a) zur unhintergeh-

⁷ Diesem Eindruck kann mit dem Einsatz einer Share \LaTeX -Instanz entgegengewirkt werden.

baren Fundierung jeglicher Darstellung eines Informatiksystems durch textuelle Darstellungsformen. Dieses Gestalten und Strukturieren des Dokumentes entspricht exakt der Arbeit einer Buchgestalter*in (vgl. Forssmann 2016, S. 91). GRUBE konstatiert im Rahmen seiner Hypertexttheorie: »Man kann bei jeder Schrift das Operative und die Darstellung trennen. Das heißt, vom Standpunkt der Operationalität aus gesehen, kann eine Darstellung in eine beliebige andere überführt werden« (Grube 2005a, S. 101). Das Kennzeichen autooperativer Schrift (vgl. 2.3.5) ist es, Zeichen als Automaten aufzufassen, die einerseits zur Darstellung für menschliche Kommunikationszusammenhänge und andererseits zur Ausführung auf einem Informatiksystem vorgesehen sind (vgl. ebd., S. 102 ff.). Bedeutendes Bildungselement ist dabei, dass Darstellung und Ausführung nicht mehr auf derselben Ebene liegen (anders als beim operativen Schriftgebrauch – etwa in der Mathematik). Bei der Gestaltung von Dokumenten, die sich durch Interaktivität auszeichnen, spielt Hypertext als textuelle Darstellungsform eine entscheidende Rolle. Hypertext ist in deklarativen Auszeichnungssprachen verfasst. Durch das Präfix »Hyper« wird zum Ausdruck gebracht, dass eine Metaebene existiert jenseits des linearen Textes, die gerichtete semantische Beziehungen zwischen Textelementen herstellt (vgl. Herczeg 2009, S. 80). Zur Erschließung derartiger Hypertextstrukturen von z. B. Websites, mit denen auch Lehramtsstudierende und Lehrkräfte in Kontakt geraten, ist ein Aufschluss über die Erarbeitung der Quelltext-Fundierung äußerst naheliegend. Mit Auszeichnungs- bzw. sogenannten Dokumentenbeschreibungssprachen wie XML, HTML oder \LaTeX sind an vielen Stellen bereits strukturierte Dokumente informatikdidaktisch erfolgreich aufbereitet worden (vgl. Hammersen 2005; Voß 2006; Greb 2006; Linke 2008).

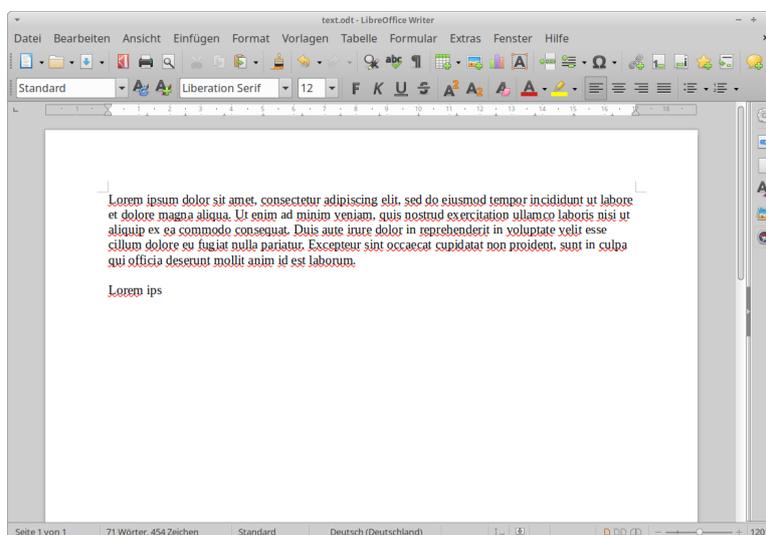


Abbildung 7.5.: Bildschirmfoto – LibreOffice unter Linux Xubuntu 20.04

Der Nachweis der Angemessenheit textueller Darstellungsformen geschieht in Abgrenzung zu Word-Processing-Systemen als WYSIWYG-Systemen (vgl. Abb. 7.5). Im Kontrast zur semiotischen Basis textueller Darstellungsformen (vgl. 3.13) gerieren sich Dokumente, die unmittelbar in WYSIWYG-Systemen editiert werden, deiktisch, nicht-linear und dynamisch vernetzt – dabei ist diese Vernetzung nicht zwingend transparent und selten portabel. Hierzu werden Dateiformate gezählt, die eindeutig Eigenschaften von

Hypertexten aufweisen. Sie konstituieren sich z. B. aus XML-Dokumenten (also einer textuellen Darstellungsform), die zu einem Format zusammengepackt werden. Daher sind Dateiformate wie `odt`, `ods` und `odp` (oder deren proprietäre Pendanten) als *Quellpakete* (statt *Quelltexte*) zu erachten. In klassischen Text-Editoren, die sich semiotisch an einer Zeichenmatrix orientieren, können diese Quellpakete nicht editiert werden, da es sich um ausführbare Dateiformate als Resultate einer vorausgehenden Quelltext-Produktion handelt. Bei der Interaktion mit diesen Quellpaketen »schaut [der Mensch] nicht mehr auf eine Datenwelt, sondern scheint sich in ihr zu bewegen. [...] Der Kybernaute kann so zur Interaktion eine Fähigkeit nutzen, die er ohnehin schon besitzt und nicht erst mühsam erlernen muß: die Orientierung im dreidimensionalen Raum« (Keil-Slawik 1992, S. 7). Doch zu beachten gilt, dass die referierte Orientierung des Menschen im dreidimensionalen Raum der realen Welt »versagt«, da er nie gänzlich orientiert ist – insbesondere in der dritten Dimension (z-Dimension, vertikale Dimension). Ebendies geschieht bei der Interaktion mit Informatiksystemen: Die dritte Dimension erschließt sich dem Menschen (auf der Oberfläche) nicht in Gänze. Zwar realisiert man bei der Formatierungsoperation »fetter Text« das Resultat der Formatierung als dritte Dimension »auf« der Oberfläche (der markierte Textteil ist anders ausgezeichnet), als Gegenbeispiel lässt sich jedoch leicht die Formatierung eines Verweises (z. B. auf eine Website) anführen: Den Text sieht man auf der Oberfläche, wie er sich in zwei Dimensionen erstreckt. Die dritte Dimension (die »(un-)sichtbare« Formatierung als Verweis) muss aber nicht zwingend erschließbar sein. Solch ein Verweis kann durch farbliche Markierung, durch Unterstreichung oder sonstige Auszeichnung codiert sein, er kann aber auch *gar nicht codiert* und dennoch hinterlegt – sprich: anklickbar – sein.

[...] bisher haben die meisten von uns einen Text nur gesprochen oder geschrieben, vielleicht auch getippt. Bei modernen Textsystemen schauen wir bereits durch ein sogenanntes Fenster und bewegen dieses über die Texte. Wir spalten sie auf und vervielfältigen sie durch Knopfdruck. Wir verändern die Zeichen (Fonts), markieren Textteile und setzen Referenzen, ebenso wie wir Text- und Lichtmarken positionieren und verschieben. Wir tippen nicht mehr nur Worte, sondern wir fangen an, sie zu verformen, verschieben, zerschneiden, mischen, gestalten, drehen, bebildern, vergrößern usw. Die möglichen Konsequenzen dieser Verschmelzung des Diskreten, Sequentiellen mit dem Analogen, Räumlichen, des Textuellen mit dem Bildlichen sind bisher nicht mal ansatzweise durchdrungen; ebensowenig die Frage, was es wirklich nützt.

(Keil-Slawik 1992, S. 8)

KEIL zeigt zum einen, in welcher Weise die Benutzer*in die »(Beinahe-)Dreidimensionalität« der Darstellung von »Textsystemen« erleben, zum anderen wirft er die Frage auf, worin der tatsächliche Nutzen dieser »Textsysteme« liegt. Für den Kontext informatischer Bildungsprozesse in einer *wissenschaftlichen* Lehrveranstaltung wurde bereits gezeigt, dass – gerade für Erstlernende – ein angemessener und aufschließender Zugang über einen exklusiven Bezug zu textuellen Darstellungsformen und aus ihnen hervorgehende Quelltext-basierte Dokumente gestaltet werden kann (vgl. 7.2).

Betrachtet man schließlich die Frage der Ästhetik typographischer Gestaltung, gibt FORSSMAN zu bedenken, dass wir »in einem Zeitalter noch nie dagewesener Häßlichkeiten – und in einem neuen goldenen Zeitalter der Typographie« (Forssmann 2016, S. 88) leben. Die Kehrseite des Zugangs zu typographischen Werkzeugen für alle (vgl. 2.2) sei, dass nun alle mit professionellen Mitteln unprofessionelle Produkte erstellen könnten. Das Abtreten von Textsatz an Autor*innen sehe er sehr kritisch, da es vielerlei Erfahrung im Bereich Typographie für Satz-Entscheidungen bedürfe (vgl. ebd., S. 88). Hieraus geht letztlich ein Vorteil von der im Projektseminar konkret eingesetzten textuellen Darstellungsform \LaTeX hervor, nämlich die Abgabe von grundsätzlichen Satzentscheidungen an das Textsatzsystem \TeX , dessen Satzregularien auf der Basis fundierter typographischer Erfahrungen implementiert worden sind.

8. Konsequenzen und Diskussion

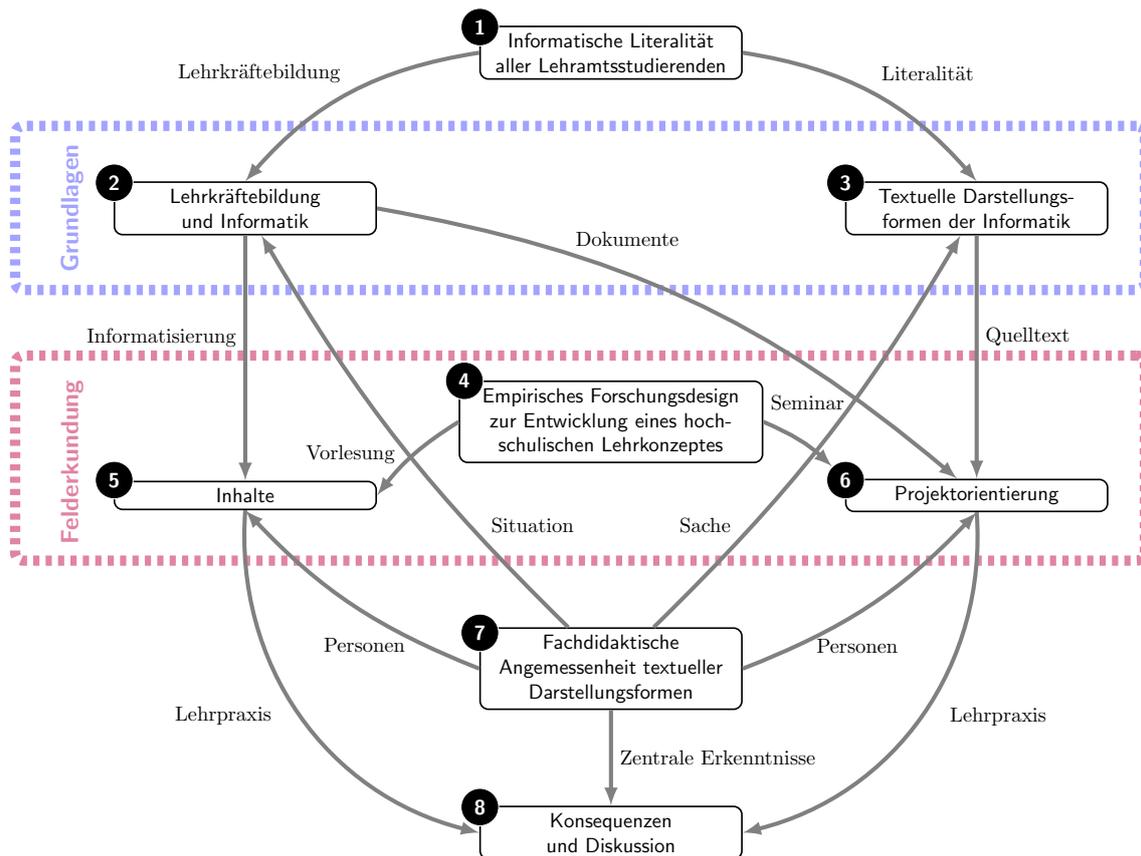


Abbildung 8.1.: Strukturskizze

In diesem Kapitel werden – ausgehend von der Theorieentwicklung und den dokumentierten Erfahrungen – zentrale Erkenntnisse zur informatischen Bildung zusammengestellt. Darauf aufbauend werden Gestaltungsoptionen informatischer Bildungsprozesse skizziert und vor dem Hintergrund aktueller Entwicklungen in der informatikdidaktischen und verwandten Forschung sowie in der Weiterentwicklung der Lehrkräftebildung diskutiert.

8.1. Zentrale Erkenntnisse

Der erste Teil dieser Arbeit hat theoretische Grundlagen durch Aufarbeitung bestehender Konzepte und Entwicklung neuer Ansätze erschlossen. Der zweite Teil ermöglichte

eine Begleitung der Theorieentwicklung durch praktische Lehrerfahrungen, die dokumentiert und evaluiert worden sind. Durch den dritten Teil dieser Arbeit werden über die Analyse der Angemessenheit textueller Darstellungsformen in der Lehrkräftebildung die Theorieentwicklung nun zu zentralen Erkenntnissen verdichtet. Die Sequenzierung der zentralen Erkenntnisse (ZE) soll keinerlei Hierarchisierung zum Ausdruck bringen, sondern folgt lediglich dem Gedankengang dieser Arbeit als linearem Text.

ZE₁: Informatische Bildung wird in der Lehrkräftebildung durch medienpädagogische Zugänge gestaltbar.

Medienpädagogische Zugänge zur informatischen Bildung in der Lehrkräftebildung (vgl. 2.3.3) werden über die Mediendidaktik und die Medienerziehung gestaltbar. In dieser Arbeit wurde durch das dokumentierte und evaluierte Projektseminar (vgl. Kap. 6) die Entwicklung dieser zentralen Erkenntnis konstruktiv begleitet. Die mediendidaktischen Fragestellungen äußerten sich in den von den Studierenden eingebrachten Rahmenbedingungen für die Gestaltung der Dokumente, die einen persönlichen Lebenswelt- oder Studienbezug aufweisen. Durch die Erarbeitung und Beantwortung von Fragen der Darstellung von fachlichen und didaktischen Sachverhalten, die für ein bestimmtes Zielpublikum und einen definierten Anlass aufbereitet wurde, haben die Studierenden von der Mediendidaktik motiviert gehandelt. Analog könnte ein Lehrformat zur Medienerziehung entworfen werden.

ZE₂: Der Operationsraum Schrift fundiert informatische Literalität.

Die Motivation zur informatikdidaktischen Auseinandersetzung mit textuellen Darstellungsformen der Informatik im Kontext allgemeiner Lehrkräftebildung erfährt ein wissenschaftliches Fundament in der Forschungsdiskussion um die Schriftbildlichkeit. Aus ihr geht hervor, dass Schrift mehr ist als lediglich eine Stütze der Phonetik und wird mit KRÄMERS Operationsraum-Argument für das gesamte Spektrum der formalen Darstellung sowie informatischer Methodik fruchtbar. Insbesondere liefert Schrift aber die Voraussetzung für symbolische Maschinen wie die Turingmaschine und stellt die basale Voraussetzung für das Verfassen von Quelltext als sprachliche Äußerung dar, die auf einem Informatiksystem ausführbar ist. Damit wird dem Operationsraum Schrift in informatischen Bildungsprozessen eine große Bedeutung zuteil. Wie in 2.3.4 gezeigt, werden Errungenschaften, die der Digitalität zugeschrieben werden, aus informatischer Perspektive allesamt durch Literalität fundiert. Dadurch erfährt das von PUHLMANN im Bildungszusammenhang entwickelte Konzept informatischer Literalität neben seiner didaktischen eine kerninformatische Relevanz.

ZE₃: Quelltext ist Archetyp textueller Darstellungsformen der Informatik und zeichnet sich als sprachliche Äußerung, Dokument und Problemlösung aus.

Die drei ontologischen Begriffe zur Beschreibung der zentralen textuellen Darstellungsform Quelltext (Q_{Syn} , Q_{Sem} , Q_{Prag}) orientieren sich am Zusammenhang »Daten – Wissen – Information«, der eine Differenzierung in syntaktische, semantische und pragmatische Deutungen ermöglicht. Quelltext ist sprachliche Äußerung, Dokument und Problemlösung. Die Übergänge sind in diesem referierten Modell ebenso fließend, wie sie in dem hier entworfenen Vorschlag für ein ontologisches Modell von Quelltext sind. Jede textuelle Darstellungsform der Informatik ist letztlich als Quelltext interpretierbar. Deswegen kann Quelltext als Archetyp bezeichnet werden. Seine konkreten Ausprägungen sind textuelle Darstellungsformen.

ZE₄: Die Erarbeitung textueller Darstellungsformen adressiert langfristig alle Sichtweisen auf Quelltext.

Die Differenzierung der ontologischen Betrachtung von Quelltext (vgl. H₃) mündet aus didaktischer Sicht in eine curriculare Agenda für informatische Bildungsprozesse: Im langfristigen Lehr- und Lernzusammenhang ist es zentral, alle drei Aspekte von Quelltext (Q_{Syn} , Q_{Sem} , Q_{Prag}) zu thematisieren und mit den Lernenden anhand exemplarischer, textueller Darstellungsformen zu erarbeiten.

ZE₅: Die hochschuldidaktische Phasierung »Orientierung, Kerninformatik, Anwendung, Reflexion« einer Lehrveranstaltung erweist sich als förderlich für die Entwicklung informatischer Literalität bei Studierenden.

Fachfremde Studierende bedürfen in einer Orientierungsphase, in der verstärkt Lebens- und Berufsweltbezüge zur Informatik hergestellt werden, einer klaren Ordnung der Begriffe in der ungewohnten Fachkultur. Eine wissenschaftstheoretische Charakterisierung zeigt sich dabei als zielführend. Durch den Überblick über Informatik als Wissenschaftsdisziplin und die Vorausdeutung der gestaltenden, für andere Fächer ungewohnten Perspektive der Informatik wird der Gang durch die drei kerninformatischen Fachgebiete motiviert. Die Studierenden durchlaufen den informatischen Modellierungskreislauf aus Sicht der drei Kern-Fachgebiete. Mit der Technischen Informatik zu beginnen, schafft dabei einen gegenstandsbezogenen Zugang, der an die Erwartungen der Studierenden anknüpft. Von dort aus werden Informatiksysteme über Modellierung und Implementierung bis hin zu ihren praktischen und prinzipiellen Grenzen (im Kontext der Theoretischen Informatik) erschlossen. Die Anwendungsphase zeichnet sich einerseits durch ausgewählte Kapitel der Informatik aus, die den Studierenden eine exemplarische, phänomenorientierte Vertiefung anbieten (z. B. Grundlagen des Internets). Andererseits bezieht sich die Anwendung auf eine nach dem Durchgang durch die Kerninformatik einsetzende praktische und projektorientierte Phase. Schließlich ist es äußerst wichtig, die gewonnenen Erkenntnisse sowie die im Rahmen eigener Modellierung und Implementierung durchlebten Erfahrungen – gerade vor dem Hintergrund der Lehrkräftebildung

(oder ggf. einem anderen professionsbezogenen Anwendungsbereich) – mit den Studierenden zu reflektieren¹. Diese Phasierung harmoniert insgesamt mit dem hermeneutischen Charakter, der dem informatischen Modellierungskreis innewohnt.

8.2. Gestaltung von Bildungsprozessen

Im Folgenden werden mögliche Gestaltungsoptionen informatischer Bildungsprozesse, die sich auf die o. g. zentralen Erkenntnisse beziehen, angeregt, um aus dieser Arbeit heraus eine lehr-lern-praktische Perspektive zu eröffnen.

Zunächst ist zu bemerken, dass für einen lehrpraktischen Ansatz in dieser Arbeit die Idee medienpädagogischer Zugänge zur informatischen Bildung in der Lehrkräftebildung entwickelt wurde (vgl. 2.3.3). Mit Rückbezug auf H₁ wird deutlich, dass die Aufbereitung der Lehre unter Zuhilfenahme mediendidaktischer oder -erzieherischer Fragestellungen motivierende Lerngelegenheiten für die Lehramtsstudierenden bedeutet. Durch das Projektseminar wurden diese Überlegungen praktisch umgesetzt am Beispiel der informatischen Modellierung von lebensweltlich, berufsweltlich oder studienbezogenen Dokumenten. Auf diese Weise konnte ein Einstieg über eine Medienbildung mit informatischem Fundament (vgl. 2.3.2) gestaltet werden. Die aufgezeigte theoretisch-konzeptionelle Kohärenzlinie zwischen Medienbildung und Informatik bot Anlass zur Diskussion einer theoretischen Basis von Medienarten. Bei dem Vorgehen handelt es sich jedoch nicht um eine Konzeptaddition, die keineswegs genügen würde (vgl. Herzig 2001, S. 107), sondern um einen bilateral integrativen Ansatz.

Um dem Aspekt des Anfangsunterrichts – bei den Studierenden handelt es sich i. d. R. um Erstlernende der Informatik – gerecht zu werden, werden nachfolgend in Anlehnung an SCHWILL und SCHUBERT spezifische, informatikdidaktische Zugänge betrachtet (vgl. Schubert und Schwill 2011, S. 287 ff.).

Für einen (*programmier*)*sprachlichen* Zugang ist zu fragen, welche Programmiersprache die intendierten informatischen Konzepte geeignet unterstützt (vgl. Humbert 2002b). Da als Thema die informatische Modellierung von Dokumenten motiviert wurde, wurden Markdown und \LaTeX zur Erarbeitung herangezogen. Damit liegen zwei Dokumentenbeschreibungssprachen bzw. Auszeichnungssprachen an Stelle von Programmiersprachen vor. Sie sind deklarativen Charakters im Gegensatz zu den am imperativen oder objektorientierten Paradigma orientierten Programmiersprachen. Diesbezüglich wurde lediglich ein rudimentärer Einblick in Funktionen eines Kommandosystems (am Beispiel der Linux-Shell) gegeben. Das vorherrschende Paradigma war somit das deklarative. Die textuelle Darstellungsform Hypertext, die Studierenden in Lebens- und Berufswelt unentwegt begegnet, erfährt in informatische Bildungsprozessen sowohl die Rolle eines Mediums als auch eines Lerngegenstands. Im Vergleich zu anderen Fachkontexten, in denen Hypertext-Dokumente allein *rezipiert* werden, *modellieren* und *implementieren* die Lernenden zudem geeignete Strukturen für derartige Dokumente. In der praktischen Erprobung von der Gestaltung von Webseiten (vgl. 6.1.2) zeigten sich Schwierigkeiten zwi-

¹ Dabei bietet es sich zudem an, mit den Studierenden in ein Evaluationsgespräch der Veranstaltung und ihrer Elemente zu treten, um das Lehrformat adäquat weiterentwickeln zu können.

schen studentischem Anspruch und zeitlich sehr begrenzten Umsetzungsmöglichkeiten. Zur Erprobung von P_0 stand wesentlich weniger Zeit zur Verfügung als für das Projektseminar (P_1, P_2, P_3); dieses erstreckte und erstreckt sich über ein Semester, in dem je zwei Semesterwochenstunden zur Verfügung stehen. Über diesen Zeitraum hätte ein Ansatz zur Gestaltung von Webseiten durchgeführt werden können, allerdings ist in der Gestaltung von Dokumenten wie Unterrichtsmaterial, Präsentationen oder wissenschaftlichen Hausarbeiten ebenfalls ein großes Motivationspotential für die Studierenden enthalten. Zur Umsetzung ist *eine* formale Sprache, nämlich \LaTeX , ausreichend – anders als bei der Webseiten-Gestaltung, bei der für Struktur, Form und Interaktivität *drei* formale Sprachen unterschiedlicher Paradigmata bzw. Syntax (HTML, CSS, JavaScript) herangezogen werden müssten. Mit Rückbezug auf H_3 ist hier zu ergänzen, dass ein überproportionaler Schwerpunkt auf Q_{Syn} hätte gelegt werden müssen; auf Dokumentenebene (Q_{Sem}) hätte sich zudem eine Diversität bezüglich Hierarchie und Einbindung ergeben, denn i. d. R. werden CSS- und JavaScript-Dokumente in ein HTML-Dokument eingebunden und für JavaScript ergäben sich m. E. browserspezifische Bedingtheiten. Bei der Gestaltung von Dokumenten mit \LaTeX (im Prinzip alle Arten von Dokumenten *außer* Webseiten) zeigt sich dagegen eine gewisse Gleichartigkeit und Orthogonalität im Umgang mit den Quelltext-Dokumenten. Quelltext als Problemlösung (Q_{Prag}) zu erachten, wird den Lernenden dadurch vertraut, dass sie aus individuellem Anlass modellierend tätig werden und ihnen aufgrund der Freiheit des Werkzeuges bzw. der formalen Sprache jedwede Anpassung und Verwendung auf ein für sie persönlich bedeutsames Ziel hin offen steht.

Die Relevanz eines *systemanalytischen* Zugangs wird in ANDERSENS Aussage »Both users and programmers interpret the system, and the clash between these two kind of interpretations is an interesting topic« (Andersen 2009, S. 5) erkennbar. Lernende müssen sich ein ihnen zunächst fremdes Modell erschließen, um mit dem Textsatzsystem \TeX und der Auszeichnungssprache \LaTeX gestalten zu können. Für den schulischen Informatikunterricht ist es typisch, Textdokumente (und ausführbare Programme) zu modellieren und als Quelltext zu implementieren. Für den vorgestellten Ansatz ist es im Sinne der informatischen Literalität notwendig, dass die Studierenden eine *Anwendungskompetenz* entwickeln, aufgrund derer sie System-, Kommando- oder Paketdokumentationen (für \TeX bzw. \LaTeX) angemessen *rezipieren* können, sodass sie zur Modellierung und Implementierung von Dokumenten befähigt werden (*Gestaltungskompetenz*). Die *Entscheidungskompetenz* führt z. B. zu einem begründeten Abwägen verschiedener, erprobter bzw. eingesehener \LaTeX -Pakete. Schaut man sich die semiotische Basis textueller Implementierung an (vgl. Abb. 3.13), so ist festzustellen, dass Zeichenketten und -matrizen basale Elemente der Interaktion mit Informatiksystemen und der theoretischen Modelle hinter Informatiksystemen sind. Dadurch kann ein Bewusstsein für Möglichkeiten und Grenzen von Informatiksystemen entwickelt werden. Zugleich wird eine historische Bedeutsamkeit ersichtlich. Damit zeichnet sich ein hohes Potential für informatische Bildungsprozesse ab. Die vollflächige Manipulation hypertextbasierter Dokumente – sprich Dokumente (besser: Pakete!) eines Word-Processing-Systems – ist gegenüber den genannten beiden Modalitäten »intuitiver« angelegt (vgl. Herczeg 2009). Diese Intuitivität bezieht sich aber im Wesentlichen auf die Oberfläche; die gesamte informatische Modellierung basiert letztlich auf der aufgezeigten semiotischen Basis (Office-Dokumente als XML-Pakete). Mit Rückbezug zu H_2 kann die Erstellung von Medienangeboten – wie im Projektseminar geschehen – als Erzeugung von Mustern erachtet werden (vgl. Herzig 2001, S. 109). In-

formatische Prozesse aus semiotischer Perspektive sind der eigentliche Kern der Digitalisierung, die als »Transformation von ›Zeichen‹ in Bitmuster« zu bezeichnen ist. Software ist letztlich ein generatives Muster (vgl. Herzig 2001, S. 116). Diese Grunderfahrungen, die bis zu den symbolischen Maschinen reichen, die das Fundament informatischer Modellierung und Implementierung bilden, eröffnen den Studierenden die unzähligen und weitreichenden Möglichkeiten der Informatik und lassen zugleich die Grenzen sichtbar werden. Sie wurden in dem hier dokumentierten Lehrformat im Rahmen einer Vorlesung ermöglicht (vgl. Kap. 5).

Kognitive Aspekte objektorientierter Programmierung, die SCHUBERT und SCHWILL im Kontext des Anfangsunterrichts zu bedenken geben, werden im hier dargestellten Ansatz vornehmlich an zwei Stellen berücksichtigt: Zum einen wurde ein eigenes Vorlesungselement zur Modellierung und Implementierung am Beispiel der Objektorientierung eingerichtet, an das durch die Erfahrungen mit der semesterbegleitenden Projektorientierung Aufgabenformate angeknüpft wurden, sodass die Studierenden eigene Gestaltungserfahrungen machen konnten. Zum anderen ist ein Element des Projektseminars die Modellierung und Implementierung einer Bibliographie. Die Studierenden tragen Metadaten zu einem von ihnen verwendeten Literaturtitel als Attribute eines Objektes zusammen. Das Objekt erhält als eindeutigen Bezeichner den bibliographischen Schlüssel (*bibkey*), der als zentrale Idee in der Modellierung betont wird. Für die Implementierung bedarf es nach kurzer Erschließung der Syntax von BibTeX lediglich der Übersetzung des objektorientierten Modells, das als Ergebnis der ersten Phase in Form einer Objektkarte vorliegt (vgl. Präsentation der Sitzung »2021-11-16_bibliographie« in Losch 2021–2022). Diesen objektorientierten Zugang zu TeX hat bereits GREB erprobt (vgl. Greb 2006, S. 6).

Ein Zugang über eine spezifische *Lernumgebung* ist aufgrund der theoretischen Erarbeitungen, die auch im Lehr- und Lernprozess Berücksichtigung finden sollen, nicht zielführend. Erwähnenswert in diesem Zusammenhang ist lediglich, dass den Studierenden Werkzeuge wie ShareLaTeX, TeXStudio oder TeXMaker gewisse Unterstützung boten durch GUI-Elemente. Dies ist aber nicht durchweg festzustellen. Für die Vorlesung wurde der Calliope Mikrocontroller (Joost u. a. 2018), für den eigens u. a. block-basierte Programmiersprachen (vgl. z. B. die Sprache NEPO von Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme 2023) oder Erweiterungen bestehender Sprachen (Calliope gGmbH 2018, vgl. z. B.) konzipiert wurden, probeweise eingesetzt. Aufgrund der theoretischen Überlegungen (vgl. erster Teil dieser Arbeit) und der nachgewiesenen Angemessenheit textueller Darstellungsformen der Informatik für die Lehrkräftebildung ist dieser probeweise Ansatz jedoch nicht weitergefahren worden. Zwar konnten die Studierenden mit gewisser Motivation projektorientiert modellieren und implementieren, doch entwickelten sich ähnliche Effekte wie bei den Studien von WEINTROP und WILENSKY (vgl. Weintrop und Wilensky 2015, S. 207 f.), sodass die Lehramtsstudierenden die simplifizierte bzw. didaktisierte Lernumgebung als solche bzw. als nicht authentisch wahrnahmen und sich auch des Einsatzes dieses Mikrocontrollers mitsamt der block-basierten Programmiersprachen im Unterricht der Grundschule bewusst waren. Dies führt ebenso zu einer deutlichen Abschwächung der Motivation wie die Herausforderung, mit dem Mikrocontroller Textein- und ausgaben zu betreiben und auf ihre Fächer bezogene Projektideen zu entwickeln.

Teilmodul	Darstellungsform	Werkzeug	Modellierung
Der Prozess wissenschaftlichen Schreibens	Aktivitätsdiagramm, Programmablaufplan	–	–
Dokumente in Wissenschaft und Unterricht	Syntaxdiagramm	Kommandozeile	–
Planen – Strukturieren im Dateibaum	Markdown, Baumdiagramm	Kommandozeile	–
Recherche – Dokumentation von Ergebnissen	Markdown	Text-Editor	–
Bibliographie – Erfassung von Metadaten	Syntaxdiagramm, Objekt diagramm	Text-Editor	objektorientiert
Modellierung eines wissenschaftlichen Textdokumentes	Entity-Relationship-Diagramm	Text-Editor	wissensbasiert
Kompilieren – Formgebung für Dokumente	Sequenzdiagramm	Kommandozeile	funktional
<i>Projektphase</i>
Gestaltungselemente	Listen, Pakete, Tabellen, ...	Text-Editor	funktional
<i>Projektphase</i>
Externe Referenzen und Lizenzen	Hypertext	Text-Editor	funktional
Interne Referenzen und Metadaten mit Hypertext	Hypertext	Text-Editor	funktional

Tabelle 8.1.: Projektseminar »Modellieren von Dokumenten« (vgl. Losch 2021–2022)

Der *projektorientierte fächerübergreifende* Zugang hat sich im Kontext der Lehrformate bewährt. Nachdem zu Beginn das projektorientierte Lehrformat als in drei mehrstündigen Terminblöcken organisierte Übung in Ergänzung zur Vorlesung eingerichtet worden war, wurde dem projektorientierten Lehrformat in Form des *Projektseminars* mehr Lehr- und Lernzeit zur Verfügung gestellt. Die positiven Entwicklungen und Erfahrungen des Projektseminars haben schließlich in die begleitende Vorlesung zurückgewirkt, sodass die an der Vorlesung anknüpfende semesterbegleitende Aufgabenstellungen der Modellierung und Implementierung ebenfalls projektorientiert gestaltet wurde. Für das Projektseminar wurde ein *theory-first*-Ansatz gewählt (vgl. Tab. 8.1). H₅ kann auch auf das Projektseminar bezogen werden sowie umgekehrt die Phasierung der Vorlesung als

theory-first-Ansatz interpretiert werden kann: Die Orientierungs- und die Kerninformatikphase sind stärker theoretisch geprägt, wohingegen die Anwendung einen praktischeren Zugang für die Studierenden bereithält. Anders als im Projektseminar, das von der theoretischen Basis eine weite Öffnung der Projektarbeit gestattet, wird in der Vorlesung nur kurz projektorientiert gearbeitet, um schließlich zu einem Ergebnis zu gelangen, über das angemessen reflektiert werden kann. Damit sind nach Abschluss der Vorlesung den Studierenden ein erster Einblick und eigene praktische Erfahrungen in der Informatik geleistet, von denen aus erneut – im Sinne des hermeneutischen Zirkels – eine Annäherung bzw. Auseinandersetzung mit der Informatik geschehen kann. Dies ist z. B. auf dem weiteren Weg des Lehramtsstudiums möglich, im Vorbereitungsdienst oder in der späteren Berufspraxis. Bei der Konfrontation mit informatisch geprägten Problemstellungen oder Phänomenen kann (ggf. implizit) auf die Phasierung als methodische Herangehensweise zurückgegriffen werden, die letztlich – in der Praxis – einen Durchlauf des informatischen Modellierungskreises bedeutet.

8.3. Diskussion vor dem Hintergrund des aktuellen Forschungsstands

Für das standortbezogene Projekt »Kohärenz in der Lehrerbildung« konnten einige gewinnbringende Diskussionen angeregt werden. Die Bekanntheit des Formates innerhalb der Didaktik der Informatik in Deutschland sowie in landesweiten Hochschulkontexten führte mitunter dazu, dass das Fachgebiet auch an dem landesweiten Projekt »Communities of Practice« (ComeIn 2023) teil hatte. Dort war die Bergische Universität unter anderem als Co-Leitung für die Community of Practice »Informatische Bildung/Digitalisierung als Lerngegenstand« (ComeIn 2022) vertreten. In diesem Zusammenhang wurde die Ringveranstaltung als eine mögliche Basis für informatische Bildung an Hochschulen in Betracht gezogen, die auf andere Hochschulstandorte transferiert werden kann. Da die Bedeutung tatsächlicher Informatikkompetenzen zunehmend für Dritte erfahrbar und erlebbar geworden ist, konnten in einem Kooperationsprojekt mit der Chemiedidaktik »Denkzeuge« der Informatik auf chemische Fachkontexte exemplarisch angewandt werden. In der Diskussion der informatischen Darstellung zwischen den Lehrenden und im Seminkontext zwischen den Studierenden entstand ein chemiedidaktischer Mehrwert (vgl. Bohrmann-Linde u. a. 2022, S. 427 f.). Zudem wurde ein kooperatives Projekt mit dem Fach Sachunterricht initiiert, in dem Elemente informatischer Bildung in Vorbereitung und Begleitung des Praxissemesters von Studierenden des Sachunterrichts erprobt werden (vgl. Kuckuck u. a. 2021, S. 242 ff.). Mit der Klassischen Philologie/Latein wurde schließlich in einem Forschungsaustausch die Bedeutung informatischer Literalität für Altphilolog*innen erörtert und exemplarische Impulse für die Gestaltung interdisziplinärer Lehre entwickelt (vgl. Beyer u. a. 2021; Losch und Schultz 2022). Damit arbeitet das Fachgebiet konstruktiv an der Erweiterung der informatikbezogenen Kompetenzen nicht nur innerhalb sondern auch außerhalb des Faches Informatik und nimmt auch Fragen des Schulformebezuges in den Blick. Die GI-Fachtagung »Informatik und Schule« (INFOS) fand im Jahr 2021 an der Bergischen Universität statt (vgl. Humbert 2021). Die Tagung widmete sich – inspiriert vom hier vorgestellten Veranstaltungsformat – schwer-

Acht Dimensionen digitaler Textsouveränität (rezeptiv und produktiv)		
Ebenen der Herausforderung durch digitale Texte	Souverän funktional-technische Nutzung von digitalen Texten	Souverän personal-reflexive Haltung gegenüber digitalen Texten
Semiotische Ebene	Medialität Quellcode	Medialität Quellcode
Semantische Ebene	Intentionalität Wahrheitsgehalt	Intentionalität Wahrheitsgehalt

Tabelle 8.2.: Acht Dimensionen digitaler Textsouveränität nach FREDERKING (vgl. Frederking 2022, S. 8)

punktmäßig der wissenschaftlichen Diskussion der informatischen Bildung aller Lehrkräfte und aller Schülerinnen und Schüler. Die Netzwerkarbeit und Diskussionsforen dieser universitäts-, landes- oder bundesweiten Initiativen boten und bieten sehr gute Gelegenheiten, die Ideen zur Konzeption des hier dargestellten Lehrkonzeptes weiterzutragen.

Durch die methodische Vertiefung im Projektseminar wird eine informatische Literalität der Studierenden angeregt und weiterentwickelt. Dadurch wird schließlich ein Beitrag zur von FREDERKING geforderten digitalen Textsouveränität geleistet. FREDERKING unterscheidet acht Dimensionen digitaler Textsouveränität (vgl. Tab. 8.2), die er aus der Kombination funktional-technischer Nutzung von und personal-reflexiver Haltung gegenüber digitalen Texten mit einer semiotischen und einer semantischen Herausforderungsebene gewinnt. Zwei dieser Dimensionen adressieren die souveräne Nutzung von bzw. Haltung gegenüber digitalen Texten auf Basis von Quelltext (FREDERKING: Quellcode). Diesen verortet er auf der semiotischen Ebene – oberhalb von Medialität (als semiotischer Ursprung) und unterhalb von Intentionalität und Wahrheitsgehalt (vgl. Frederking 2022, S. 6 ff.).

SEEGERER hat herausgearbeitet, dass »Lehrkräfte ihre eigenen Kompetenzen gerade in den Bereichen medienbezogener fachlicher und medienbezogener informatischer Kompetenzen als ausbaufähig beurteilen« (Seegerer 2021, S. 198). Als Konzepte, die in der Lehrkräftebildung aufgeschlossen werden sollten, benennt er exemplarisch den Umgang mit Daten, die Programmierung oder Grundlagen zu künstlicher Intelligenz (vgl. ebd., S. 198). Methodisch »haben sich [als besonders erfolgreich] in der Ausgestaltung eine starke Kontextualisierung in den jeweiligen Fächern, intensives Scaffolding, das Fördern von Kommunikation und Kollaboration, spielerische Zugänge sowie der Einsatz des didaktischen Doppeldeckers herausgestellt« (vgl. ebd., S. 134). Für die Gestaltung inklusive Phasierung der Vorlesung lassen sich zudem prägende Momente informatischer Bildung gewinnen aus der Codierung von Daten, Algorithmen und Grenzen der Informatik (vgl.

Tantau 2021, S. 30 ff.). Diese Aussage bestätigt den inhaltlichen Vorlesungsaufbau inklusive der Kerninformatik. Darüber hinaus führt TANTAU Modellierung und asymmetrische Verschlüsselung als Beispiele für fundamentale Ideen an (vgl. Tantau 2021, S. 36), die im entwickelten Lehrformat theoretisch aufgeschlossen und von den Lernenden im Rahmen der semesterbegleitenden Aufgabenstellungen praktisch umgesetzt werden.

Die Unterstützung von Noviz*innen im Feld der Implementierung ist ein kontinuierliches Forschungsfeld und reicht von Fragen des Programmierparadigmas über die Modalität der Implementierung (blockbasiert versus textuell) bis hin zu unterstützenden Lernumgebungen (in 8.2 bereits diskutiert). Letztere werden – schon im Falle eines einfachen GUI-Text-Editors des Betriebssystems – durch Syntax-Highlighting angereichert; die Vermutung liegt nahe, dass Q_{Syn} von den Lernenden dadurch effektiver erarbeitet werden könnte. GRUHN et al. konstatieren nach Durchführung einer Studie zum Syntax-Highlighting jedoch das Folgende:

We could not find evidence in our data that syntax highlighting as used in Eclipse has a beneficial effect on program comprehension for programming novices. If there is a beneficial effect, the effect size must be quite small. This result is surprising given that modern IDEs – in professional and educational incarnations – extensively use syntax highlighting in similar ways.

(Gruhn, Hannebauer und Hesenius 2018, S. 2825)

Im erprobten Projektseminar wurde jedoch ersichtlich, dass den Studierenden die Edition von Quelltext in einem Text-Editor ohne Syntax-Highlighting deutlich schwerer fiel. Dies betrifft sowohl die Syntax von Markdown wie auch von \LaTeX .

Teil IV.

Abschluss

9. Resümee

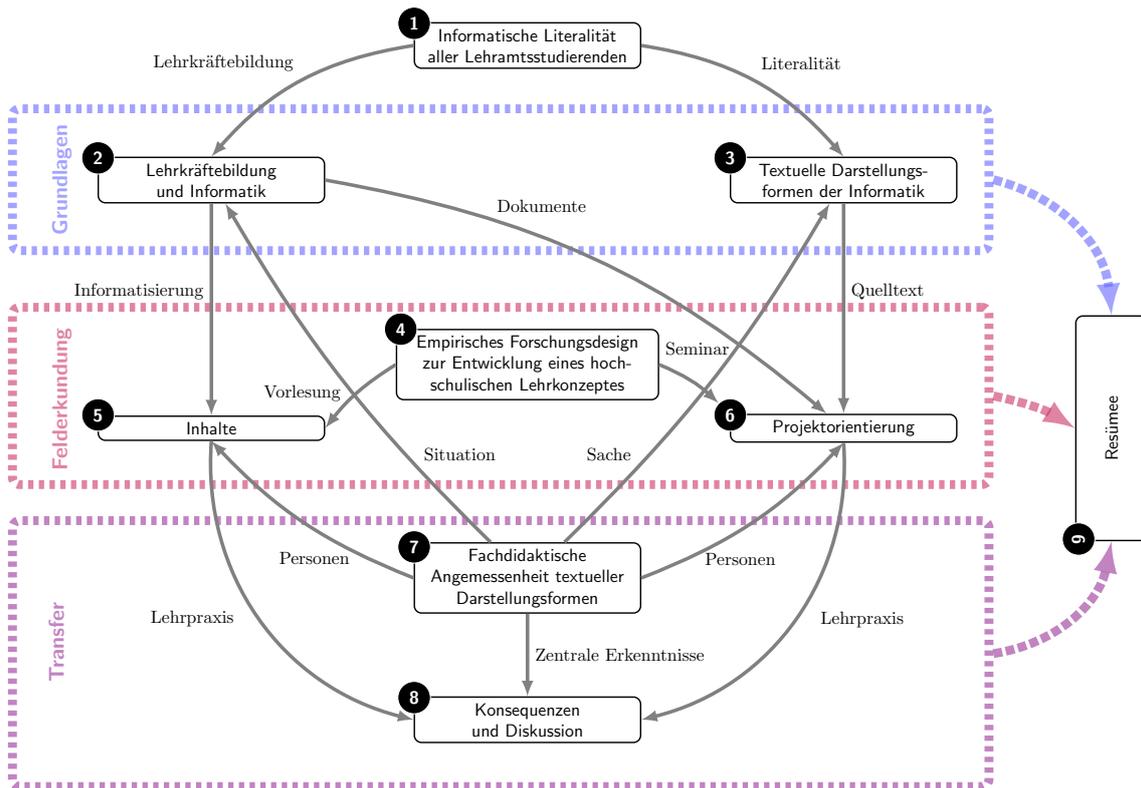


Abbildung 9.1.: Strukturskizze

Forschungsfrage

Inwieweit sind textuelle Darstellungsformen der Informatik für die informatikdidaktische Gestaltung von Lehrkonzepten in der allgemeinen Lehrkräftebildung angemessen?

9.1. Informatik – Lehrkräftebildung

Forschungsfrage FF1.1

Welche Beziehung besteht zwischen Informatik und Lehrkräftebildung?

Ein wissenschaftstheoretischer Aufschluss des Charakters der Informatik als Wissenschaftsdisziplin stellt neben struktur- und ingenieurwissenschaftlichen Aspekte insbesondere auch geisteswissenschaftliche Aspekte heraus. Nimmt man diese Aspekte zusammen, stellen sie Informatik als eine Wissenschaft *für* Menschen dar. Die Diskussion wissenschaftlicher Grundlagen der Lehrkräftebildung im Kontext von Informatik weist dem Informationsbegriff eine entscheidende Rolle zu, die hier jedoch nicht in Gänze geklärt werden konnte. Auch wenn fachwissenschaftlich der Begriff Information nicht abschließend geklärt ist, wird in dieser Arbeit Information der pragmatischen Ebene zugeordnet. Der unterstellte Zusammenhang von Bildung und Information ist ein identifiziertes Forschungsdesiderat. Ebenso entbehrt informatische Bildung bislang einer einschlägig auf sie hin entwickelten Bildungstheorie. Es ist schwierig jenseits von bisher existierenden »allgemeinbildenden« Ansätzen zu argumentieren – insbesondere mit Blick auf pädagogische Fragestellungen, die eine bildungstheoretische Perspektive einbeziehen sollten, wie die Bildung von Lehrkräften.

Die erfolgreiche Kohärenzbetrachtung von Informatik und Medienpädagogik hinsichtlich theoretisch-konzeptioneller und bildungspolitischer Aspekte verdeutlicht, dass Fragen der Medienbildung und medienpädagogische Konzepte für die Implementierung informatischer Bildung in der Lehrkräftebildung ein möglicher Zugang sein können. Die nachgewiesene kulturtechnische Bedeutsamkeit informatischer Bildung unterstreicht diese Überlegung. Aus informatischer Perspektive kann das Kulturparadigma Digitalität gänzlich auf Literalität zurückgeführt werden und findet somit Anschluss an die informatische Literalität, welche auch einen Beitrag zur (kulturellen) Bildung leistet. Ferner rückt durch die kulturtechnische Kontextualisierung die Betrachtung des Operationsraums Schrift, von Text und von informatischer Modellierung von Dokumenten in den Fokus.

9.2. Informatik – textuelle Darstellungsformen

Forschungsfrage FF1.2

Was sind textuelle Darstellungsformen der Informatik?

Durch die Klärung der angeführten Textbegriffe hat sich zum einen gezeigt, dass Quelltexte aus textlinguistischer Sicht zurecht als *Texte* bezeichnet werden. Zum anderen unterliegt ein informatischer Quelltext per definitionem einer ambivalenten Intentionalität, da er sich sowohl an Mensch als auch Informatiksystem richtet. In didaktischen Zusammenhängen im zweiten und dritten Teil dieser Arbeit muss die Ambivalenz dieser textuellen Darstellungsform berücksichtigt werden, da die Arbeit an Quelltexten das fachliche Verständnis dieser Ambivalenz voraussetzt. Schließlich bot eine informatische Betrachtung eines Textmodells der Digital Humanities Anlass, einen theoretischen Ansatz zur Ontologie von Quelltext als textueller Darstellungsform zu entwickeln.

Der historische Aufschluss formaler Darstellungsformen hat aufgezeigt, dass das Phänomen Darstellung zeitinvariant ist und Menschen seit jeher versuchen, isomorphe Darstellungsformen auf symbolischer, ikonischer und enaktiver Darstellungsebene zu entwi-

ckeln. Textuelle Darstellungsformen informatischer Modellierungen sind wissenschaftstheoretisch gänzlich durch Formalisierungsprozesse bedingt, da deren historische Genese in der symbolischen Manipulation der Turingmaschine als abstraktes Modell eines jeden Informatiksystems gipfelte. Damit sind textuelle Darstellungsformen als apriorisch für die Interaktion mit Informatiksystemen zu verstehen.

Textuelle Darstellungsformen sind als konkrete Ausprägungen von Quelltext zu verstehen (vgl. Abb. 3.11). Quelltext als Archetyp textueller Darstellungsformen ist eine fundamentale Idee der Informatik. Die semiotische Basis eines Quelltextes setzt sich aus Zeichenkette und Zeichenmatrix zusammen (vgl. Abb. 3.9), die das Phänomen der Isomorphie von Darstellungsformen erklärbar werden lassen. Unter semantischer Betrachtung wurden mit der Dokumententheorie zudem Fragen der Interaktions- und Dialogform adressiert, hinsichtlich derer sich folgende Unterscheidung herausarbeiten ließ:

1. In einem Kommandosystem werden Zeichenketten linear und deskriptiv editiert¹.
2. In einem Matrixeditor werden Zeichenmatrizen nicht-linear und deiktisch editiert.

Für Quelltext wurde eine ontologische Basis geschaffen, indem vier verschiedene Modelle aus Informationswissenschaft, Dokumententheorie, Informatik und Digital Humanities in Beziehung zu einander gesetzt wurden (Kuhlen 1991; Heckmann und Wilhelm 1996; Humbert 2006; Sahle 2013). Ontologisch kann Quelltext folgendermaßen aufgefasst werden:

- Q_{Syn} als sprachliche Äußerung aus syntaktischer Perspektive
- Q_{Sem} als Dokument aus semantischer Perspektive
- Q_{Prag} als Problemlösung aus pragmatischer Perspektive (vgl. Tab. 3.14)

9.3. Inhaltliche Gestaltung einer studiengangübergreifenden Hochschullehrveranstaltung

Forschungsfrage FF1.2

Welche Inhalte sind der Zielperspektive zuträglich?

Die Untersuchung der Lerngruppe ergab, dass die Studierenden nach Besuch der Veranstaltung verstärkt Strukturen und Modelle in den eigenen Fächern erkennen. Zugleich weisen sie dem Informatiksystembezug von Gegenständen und Methoden der Informatik einen sehr hohen Stellenwert zu; die Differenzen und Gemeinsamkeiten der Informatik mit eigenen studierten Fächern zu identifizieren, fiel den Studierenden hingegen im Rahmen dieser studiengangübergreifenden Lehrveranstaltung schwer. Hier tut sich ein unerforschtes Feld auf, das weit in die Fachdidaktik der Lehramtsfächer hineinragt und individuell im Austausch mit der Informatik erkundet werden sollte. Für diese inhaltlich geprägte, fächerübergreifende Veranstaltung wurde die Fachdidaktik nicht primär

¹ »Edition« meint sowohl die initiale Eingabe und die Ausgabe als auch die Modifikation von Zeichen des Quelltextes.

berücksichtigt. Dem entsprechend gab es nur z. T. eine Sichtänderung nach Besuch der Veranstaltung. Dem zur Folge ist das entwickelte Lehrformat der Vorlesung viel mehr eine *Einführung in die Informatik* als denn ein spezifisch auf die jeweilige Fachdidaktik der Lehramtsstudierenden ausgelegtes Lehrarrangement. Informatikdidaktisch und curricular ist das Anwendungsgebiet der Lehrkräftebildung dennoch legitim, um informatische Bildungselemente zu erarbeiten.

In Vorlesung V_1 waren die Inhalte als lange Liste mit vielen diversen Themen der Informatik organisiert. Dies stellte die Ausgangssituation dar, in der das bestehende Lehrangebot hinsichtlich der intendierten Kompetenzentwicklung der Studierenden als ausbaufähig identifiziert wurde. Aufgrund der Erhebungen der studentischen Eindrücke und Erfahrungen wurden praktische Elemente sowie ein verstärkter Lebensweltbezug inklusive Bezug zum Lehramt in das Lehrkonzept implementiert, indem eine projektorientierte Erweiterung zunächst als begleitendes Seminar, später zusätzlich parallel zur Vorlesung eingerichtet wurde. Die Ansicht, dass Informatik zur allgemeinen Bildung gehört, die Lehrkräfte vermitteln sollen, erfährt eine leichte Verbesserung.

In V_2 wurde die didaktisch begründete Phasierung »Orientierung, projektorientierter Rundgang durch die Kerninformatik, Informatischer Aufschluss ausgewählter Phänomene« eingeführt. Daraufhin haben sich sowohl Verständlichkeit als auch Relevanz im Vergleich zu V_1 gesteigert. Nach dem Besuch der Vorlesung äußern die Studierenden insgesamt eine verbesserte Selbsteinschätzung.

Bei nahezu stabiler informatikdidaktischer Gestaltung des Lehrformates in V_3 konnten Verständlichkeit und Relevanz noch einmal leicht verbessert werden. Die Verknüpfung von Inhalten der Vorlesung mit praktischen und projektorientierten Elemente wirkte positiv mit Blick auf die Einstellungen der Studierenden.

Schließlich empfiehlt sich zur Strukturierung der Inhalte einer studiengangübergreifenden Hochschullehrveranstaltung folgende Phasierung:

1. **Orientierung** Wissenschaftstheorie, Einordnung, Grundfragestellungen des Faches, Methoden und Gegenstände des Faches im Überblick – Leitfrage »Was ist Informatik?«
2. **Kerninformatik** Gang durch die Kerninformatik:
 - a) »Abholen« der Lernenden bei Informatiksystemen (Technische Informatik),
 - b) ...hin zu Fragen der informatischen Modellierung mittels Algorithmen und Datenstrukturen, (Praktische Informatik)
 - c) ...bis zu den praktischen und prinzipiellen Grenzen der Informatik.
3. **Ausgewählte Kapitel** z. B. ...
 - Grundlagen des Internets
 - Grundlagen der Kryptologie
 - Sicherheit im Internet
 - Eingebettete Echtzeitsysteme

4. **Reflexion** Einordnung der Informatik in Bildungszusammenhänge und Reflexion der einzelnen Veranstaltungselemente (Vorlesung, semesterbegleitende Aufgaben, Projektseminar)

9.4. Methodische Gestaltung einer studiengangübergreifenden Hochschullehrveranstaltung

Forschungsfrage FF2.2

Mit welchen Methoden lässt sich die Zielperspektive umsetzen?

Gemäß der empirischen Untersuchung wird folgende methodische Gestaltung einer studiengangübergreifenden Hochschullehrveranstaltung als bewährt angesehen, um ein informatisches Lehrkonzept angemessen aufzustellen:

Vorlesung Eine Lehrveranstaltung (mit 2 SWS), die oben dargestellte Phasierung und entsprechende Inhalte aufweist.

Projektseminar Eine Lehrveranstaltung (mit 2 SWS) zur Vertiefung und stärkeren Orientierung an Lebens- und Berufswelt (Lehramt) der Studierenden. Der Professionsbezug wird über die informatische Modellierung von Dokumenten gestaltet.

Projektaufgabe Ein Lehrformat, das als semesterbegleitende Aufgabenstellung für die Studierenden angelegt ist und durch ein studentisch geleitetes, optional belegbares Tutorium unterstützt wird. Die Aufgabenstellung bezieht sich auf die objektorientierte Gestaltung einer vorgegebenen, informatischen Problemlösung (Programmiersprache: Python). Sowohl Aufgabenstellung als auch Tutorium setzen ein, sobald in der Vorlesung die theoretische Erörterung der Modellierung und Implementierung am Beispiel der Objektorientierung einsetzt.

Praktische Aufgabe Dieses Lehrformat stellt eine weitere (nicht projektorientierte) semesterbegleitende Aufgabenstellung für die Studierenden dar, die entsprechend inhaltlich an die Vorlesung anknüpft (Verschlüsseln und Signieren einer E-Mail).

Das Projektseminar dient der exemplarischen Vertiefung informatischer Modellierung am Beispiel der Entwicklung von Dokumenten für wissenschaftliche oder unterrichtliche Zusammenhänge. Dazu werden Markdown und insbesondere \LaTeX herangezogen – in Abgrenzung zu XML-basierten Word-Processing-Systemen, da Quelltext anhand textueller Darstellungsformen erarbeitet werden soll. Die Einführung einer formalen Sprache ist Anlass für die Thematisierung zahlreicher informatischer Konzepte (Ausführbarkeit, Edition von Quelltext, syntaktische Strukturen, Regeln für Bezeichner). Zudem besteht für die Lernenden eine Freiheit in der Gestaltung. Die Projektorientierung übertrug sich in Konsequenz der erfolgreichen Aufrichtung des Projektseminars auf die Phase der Kerninformatik sowie die Vorlesungselemente zur Internet und Sicherheit im Internet, um den Studierenden eine praktische Erfahrung mit informatischer Modellierung und speziell mit Verschlüsselung und Signatur einer E-Mail zu ermöglichen.

9.5. Angemessenheit

Forschungsfrage FF3

Wie zeichnet sich die fachdidaktische Angemessenheit textueller Darstellungsformen in der Lehrkräftebildung aus?

Um die Legitimation von Quelltext als fundamentale Idee zu konkretisieren, wurde der pragmalinguistische Angemessenheitsbegriff auf den in dieser Arbeit untersuchten informatikdidaktischen Zusammenhang transferiert. Die Angemessenheit eines Textes richtet sich demnach nach Situation, Publikum und Sache – im konkreten Forschungskontext dieser Arbeit also nach wissenschaftlicher Lehrveranstaltung, Lehramtsstudierenden und informatischer Modellierung von Dokumenten. Zielperspektive dieser Angemessenheit ist eine gelingende Kommunikation in informatischen Bildungsprozessen, die einen Beitrag zur Förderung informatischer Literalität leisten.

Situation Die Gestaltung von Text hat für die Lehrkräftebildung wesentliche Bedeutung sowohl im unterrichtlichen Zusammenhang als auch in anderen Handlungsfeldern von Lehrkräften – insbesondere, aber nicht ausschließlich in Verwaltungskontexten. Darstellen und Interpretieren wird für Erstlernende als eigener Prozessbereich in den GI-Empfehlungen für Bildungsstandards in Informatik ausgewiesen, eine Auseinandersetzung mit Darstellungsformen wird grundsätzlich eingefordert. Während didaktisch gestaltete block-basierte Programmiersprachen für schulischen Anfangsunterricht geeignet scheinen, erweisen sie sich für die Lehrkräftebildung als nicht zielführend. Für die enaktive Darstellungsebene gilt dies ebenso. Unabhängig davon können und sollten Darstellungsformen der ikonischen und enaktiven Darstellungsebene als problematisierende Veranschaulichung Einsatz erfahren, ohne dabei zur primären Zielperspektive im wissenschaftlichen Zusammenhang zu werden. Insgesamt erweist sich Quelltext als angemessen für eine wissenschaftliche Lehrveranstaltung in der Lehrkräftebildung.

Personen Den Facetten professionellen Handelns von Lehrkräften können schriftliche und textbasierte Operationen zugeordnet werden, für die textuelle Darstellungsformen der Informatik einschlägig sind. Auf individueller Ebene gewinnen die Lehramtsstudierenden bezüglich der Interaktion mit Informatiksystemen (Hintergründe, Möglichkeiten, Voraussetzungen, Gefahren) Erkenntnis. Die soziale Bedeutung der Gestaltung im schulischen Arbeitsumfeld spricht ebenfalls für den Aufgriff von Quelltext (Q_{Prag}). Die durchgeführten Erhebungen zeigen, dass es den Lehramtsstudierenden wichtig ist, dass bei der Erarbeitung informatischer Methoden und Gegenstände genügend Zeit mit persönlichem Lebenswelt- bzw. Studienbezug zur Verfügung steht. Diese Anforderungen werden durch das projektorientierte Lehrformat erfüllt und ermöglichen den Studierenden einen individuellen Lernfortschritt und -zusammenhang, indem ihnen die Entwicklung eines selbst gewählten Lernproduktes (Dokumentes) offen steht. Die informatische Modellierung von Dokumenten erweist sich als geeigneter Kontext, der fächer- und studienübergreifend wirksam werden kann. Weiterhin wurde durch die empirischen Befunde ersichtlich, dass WYSIWYG-Werkzeuge den Lehramtsstudierenden

bekannt sind und häufig Verwendung finden. Die Vorteile textbasierter Werkzeuge u. a. in Form von Genauigkeit, Übertragbarkeit und Verlässlichkeit der Dokumentenmodellierung wurden nichtsdestoweniger erkannt und vor allem geschätzt. Der Vorteil von WYSIWYG-Werkzeugen scheint lediglich in der individuell wahrgenommenen, höheren Arbeitsgeschwindigkeit zu liegen, die jedoch im Wesentlichen aus der Gewöhnung an das Werkzeug resultiert. Schließlich ist Quelltext für die Lehramtsstudierenden als angemessen zu bezeichnen.

Sache Jegliche Darstellung auf einem Informatiksystem wird durch Quelltext (und dessen semiotischer Basis) fundiert. Der Quelltextbegriff kann über Hypertexte, als von der Zielgruppe frequent genutzte, textuelle Darstellungsform aufgeschlossen werden. Die deskriptive Interaktionsform sorgt für die im Rahmen der Analyse der personenbezogenen Passendheit (s. o.) aufgedeckte Vorteilhaftigkeit quelltextbasierter Systeme für die Lernenden. Insbesondere wird die Nachvollziehbarkeit – sprich die Transparenz – als zentrale Eigenschaft eines Quelltextes evident. Die dynamische Vernetzung von Dokumenten, die alleinig mit WYSIWYG-Werkzeugen editiert werden können, ist hingegen nicht zwingend transparent und selten portabel; daher und aufgrund der XML-Basiertheit dieser Formate wäre im Kontrast zu *Quelltexten* von *Quellpaketen* zu sprechen. Der Satz von Dokumenten erscheint als komplex und kann durch die textuelle, informatische Modellierung an das Textsatzsystem $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ abgeben werden und über Direktiven in $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ gestaltet werden.

9.6. Offene Fragen und Perspektiven für weitere Forschung

In theoretischer Hinsicht sei zunächst auf den eingebrachten Ansatz von FREDERKING (2022) zur digitalen Textsouveränität aufmerksam gemacht. Als Deutschdidaktiker analysiert er digitale Texte unter semiotischer und semantischer Perspektive und plädiert dafür, sowohl auf funktional-technischer als auch auf personell-reflexiver Ebene den Quelltextbegriff in Bildungskontexten zu thematisieren, indem interdisziplinär mit der Informatikdidaktik kooperiert wird (vgl. ebd., S. 12). Diese Sichtweise ist auf alle Fächer zu erweitern: Um fachdidaktische Lehrkonzept durch informatische Bildungselemente anzureichern, bedarf es mindestens einer Person mit »doppelter Fakultas« (Informatik, Fach X) oder einem kooperierenden Team aus beiden Fachkulturen, das sich in einen intensiven theoretischen und praxisbezogenen Austausch begibt. Beide Ansätze wurden durch den Verfasser dieser Arbeit exemplarisch mit BOHRMANN-LINDE u. a. (2022) für die Chemiedidaktik und LOSCH und SCHULTZ (2022) für die Lateindidaktik erprobt. Eine zweite Bemerkung für weitere, theoretische Überlegungen fokussiert auf die Diskursanalyse – u. a. geprägt von DIJK und KINTSCH, die für textuelle Darstellungsformen der Informatik mit dem hier vorgestellten *Ansatz* eines ontologischen Modells von Quelltext interessante Entwicklungsperspektiven versprechen; erinnert sei hier an das von BURKHARDT, DÉTIENNE und WIEDENBECK (2002) aufgegriffene Modell kognitiver Repräsentation. Den damit verbundenen Studien folgend gelangt man zu Fragen von Leseanlässen für Quelltexte, Motivation zum Schreiben und (mit den Kompetenzklassen informatischer Literalität) zur Frage, welche Ausprägungen eine Entscheidung im Kontext Quelltext annehmen kann und wie diese zustande kommt. Schließlich hat die Diskussion um Lehrkräftebildung und Informatik offengelegt, dass ein Desiderat bezüglich einer informatischen Bil-

dungstheorie besteht. Das Verhältnis von Bildung und Information (als zentraler Begriff der Informatik) könnte in diesem Zusammenhang einen vielversprechenden Ausgang für bildungstheoretische Erörterungen bieten.

Mit Blick auf die Gestaltung der Lehre ist festzuhalten, dass das entwickelte Lehrkonzept seit V_3 (Wintersemester 2020/2021) nur geringfügigen Anpassungen unterlegen war und die Ausgestaltung im Wintersemester 2022/2023 sich weiterhin an den hier dargestellten theoretischen und praxisbezogenen Grundfesten (vgl. H_4) orientiert (vgl. Losch, Humbert, Eicker u. a. 2022–2023). Eine Ausweitung der Lehrkonzeptentwicklung auf die zweite und dritte Phase der Lehrkräftebildung nimmt z. B. SCHMITZ vor, die im Rahmen des landesweiten Verbundprojektes COMEIN (2023) in der *CoP IGB/DaL* (ComeIn 2022) bzw. im Verbundprojekt COMEMINT (vgl. Rumann und Lipke 2024) Lehrkonzepte, Kompetenzentwicklung und Materialien erprobt und evaluiert. Schwerpunkt der informatikdidaktischen Forschung sind informatische Anknüpfungspunkte an den Alltag von Lehrkräften (Schmitz 2022a; Schmitz 2022b). Die Projekt- und Textorientierung, die in dieser Arbeit als prägende Momente eines Lehrkonzeptes zur informatischen Bildung in der Lehrkräftebildung entwickelt worden sind, sollten an anderen Standorten oder ggf. in anderen Lehrkontexten erprobt werden, um eine Bestätigung der gewonnen Erkenntnisse auf den Weg zu bringen und das Lehrkonzept auf der Basis weiterer Erfahrungen zu adaptieren. Für die empirische Forschung wäre es gemeinhin interessant, qualitative und quantitative Studien über die in Deutschland bereits existierenden Lehrformate durchzuführen und die dahinterliegenden Lehrkonzepte zu erheben.

Der theoretische Ansatz, die lehrpraktische Gestaltung und schließlich die gewonnen Erkenntnisse unterliegen zahlreichen, zwar transparent dokumentierten und begründeten, aber doch individuellen Entscheidungen und sind nahezu unentwegt mit Grenzen oder Herausforderungen konfrontiert. Ein Beispiel für solche eine Limitierung stellt die Frage nach Text als Hindernis dar. Für Lernende mit eingeschränktem Sprachvermögen oder blinde Personen sind *mindestens* Elemente der dargestellten Sachverhalte auf anderem Wege zu erarbeiten und bedürfen ggf. andersgearteter Darstellungsformen. HILBIG (2022) spricht sich im Kontext der Diversität in informatischen Bildungsprozessen dafür aus, möglichst barrierearm oder gar barrierefrei Unterricht bzw. Lehre zu gestalten und empfiehlt den Ansatz der UDLL (2017) (Universal Design for Learning) sowie die sensorische Parallelisierung von Materialien, um sicher zu stellen, dass alle Lernende teilhaben können (vgl. Hilbig 2022). Aus Sicht eines ganzheitlichen Lernens, dessen sich der Verfasser dieser Arbeit für die Informatikdidaktik in den eigenen Studienkontexten bereits angenommen hat (Siebrecht 2014; Siebrecht 2015; Losch 2020), ist zu vermerken, dass primär ein starker, direkter Bezug zu Informatiksystemen berücksichtigt wurde – ausgenommen einzelne Veranschaulichungen, Einstiege oder Impulse. Bestehende Ansätze zum Bewegten Lernen (z B. Bell, Fellows und I. H. Witten 2006; Großmann 2022) auch für hochschuldidaktische Kontexte zu implementieren, in denen eine informatische Literalität aufgebaut werden soll, wäre eine interessante Erweiterung.

Verzeichnisse

Abkürzungsverzeichnis

ACM Association for Computing Machinery

BSCW Basic Support of Cooperative Work

BYOD Bring Your Own Device

bzw. beziehungsweise

CEPIS Council of European Professional Informatic Societies

Come In Communities of Practice für eine innovative Lehrerbildung

CS Computer Science

CSS Cascading Style Sheets

CSTA Computer Science Teachers Association

d. h. das heißt

DIGCOMP The Digital Competence Framework

DIGCOMPedu Digital Competence Framework for Educators

f. folgende

ff. fortfolgende

GER Gemeinsamer Europäischer Referenzrahmen

ggf. gegebenenfalls

GI Gesellschaft für Informatik e. V.

GUI Graphical User Interface

HTML Hypertext Markup Language

i. d. R. in der Regel

i. e. id est (*lat.* das ist)

i. W. im Wesentlichen

ICILS International Computer and Information Literacy Study

ICT Information and Communication Technology

IFIP International Federation for Information Processing

INFOS Informatik und Schule

IUPAC International Union of Pure and Applied Chemistry

k. A. keine Angabe

- KMK** Kultusministerkonferenz
- KoLBi** Kohärenz in der Lehrerbildung
- LaTeX** Lamport T_EX
- m** männlich
- m. E.** mit Einschränkung
- MINT** Mathematik Informatik Naturwissenschaften Technik
- MSB** Ministerium für Schule und Bildung in Nordrhein-Westfalen
- NaWiTech** Naturwissenschaften und Technik
- NRW** Nordrhein-Westfalen
- NW** Nordrhein-Westfalen
- o. g.** oben genannt
- OECD** Organisation for Economic Co-operation and Development
- S.** Seite
- s. o.** siehe oben
- sc.** scilicet (*lat.* das heißt)
- SWK** Ständige Wissenschaftliche Kommission
- u. ä.** und ähnlich
- UNESCO** United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
- URL** Uniform Resource Locator
- USA** United States of America
- v. Chr.** vor Christus
- vgl.** vergleiche
- w** weiblich
- WAM** Werkzeug- und Materialansatz
- WYSIWYG** What You See Is What You Get
- XML** Extended Markup Language
- z. B.** zum Beispiel
- z. T.** zum Teil

Abbildungsverzeichnis

1.1.	Informatischer Modellierungskreis (nach Humbert 2006, S. 14)	2
1.2.	Normative Bestimmung von Darstellungs begrifflichkeiten in der Informatik	3
2.1.	Strukturskizze	17
2.2.	Fachgebiete der Informatik (vgl. etwa Baumann 1996, S. 83)	20
2.3.	Daten – Wissen – Information	21
2.4.	TPACK-Modell (nach Mishra und Koehler 2006, S. 1025)	34
2.5.	DPACK-Modell (nach Döbeli Honegger 2021, S. 417)	34
2.6.	Struktogramm für einen exemplarischen Algorithmus zum Einfügen eines Zeichens a in einer existierenden Zeichenkette Z an Position x	49
3.1.	Strukturskizze	55
3.2.	Ebenenmodell der Rechnerarchitektur (nach Schwill 1993, S. 19)	61
3.3.	Entwicklung von Abstraktionsmechanismen in Programmiersprachen (nach Mössenböck 1992, S. 12)	63
3.4.	Bildschirmfoto – Nano-Editor unter Linux Xubuntu 20.04	79
3.5.	Bildschirmfoto – Kate-Editor unter Linux Xubuntu 20.04	80
3.6.	Zusammenhang: Darstellungsformwechsel – informatische Modellierung	83
4.1.	Strukturskizze	87
4.2.	Lehrpraktische Begriffe	89
4.3.	Einfaches inhaltsanalytisches Kommunikationsmodell (nach Mayring 1999, S. 56, basierend auf Lagerberg 1975)	98
5.1.	Strukturskizze	103
5.2.	Häufigkeiten der induktiven Kategorien bei der Erhebung von Erfahrungen mit und Bemerkungen zur Lehrveranstaltung »Informatik im Alltag«	118
5.3.	Konzept der Vorlesung V_2	125
5.4.	Darstellung der Lehrveranstaltungskonzeption zur Vorlesung V_3	132
6.1.	Strukturskizze	135
7.1.	Strukturskizze	161
7.2.	NAUR – People, problems, and tools as fundamental elements in problem solving (übersetzt aus Caeli 2021, S. 48)	163
7.3.	Angemessenheit in der Pragmalinguistik (nach Kienpointner 2005)	164
7.4.	Angemessenheit: Textuelle Darstellungsformen der Informatik in der Lehrkräftebildung	166
7.5.	Bildschirmfoto – LibreOffice unter Linux Xubuntu 20.04	175

8.1. Strukturskizze	179
9.1. Strukturskizze	191

Tabellenverzeichnis

2.2.	Kulturtechnische Innovation in historischer Perspektive (vgl. Losch 2019, S. 20)	43
2.4.	Subparadigmen des kulturtechnischen Paradigmas der Literalität	45
2.6.	Zuordnung: Operationsform der Schrift – typische, fächerübergreifende Handlungen von Lehrkräften	52
3.2.	Betrachtung der Textsorte »Metatext« anhand konstitutiver, textlinguistischer Kriterien – Kontext: objektorientierte Modellierung	58
3.4.	Betrachtung der Textsorte »Quelltext« anhand konstitutiver, textlinguistischer Kriterien	59
3.6.	Eigenschaften von Algorithmen (nach Claus und Schwill 2006, S. 43 ff.) . .	70
3.7.	Adaption der Bezeichnungen der Kriterien für fundamentale Ideen	71
3.9.	Semiotische Basis textueller Implementierung	76
3.11.	Ausgewählte textuelle Darstellungsformen in der Informatik	77
3.13.	Semiotische Basis textueller Implementierung	81
3.14.	Quelltext als Problemlösung aus pragmatischer Perspektive	82
4.2.	Übersicht der einzelnen Durchgänge zur Weiterentwicklung der Lehrveranstaltung	92
4.3.	Lernausgangslage der Studierenden: Informatik und das eigene Fach, die eigene Fachdidaktik	93
4.4.	Informatik als Wissenschaft	94
4.5.	Informatik-Lehrveranstaltung	94
4.6.	Projektorientierung	96
5.2.	Themenübersicht in Vorlesung V ₀ – Fortsetzungen vorausgegangener Überlegungen (vgl. Frommer, Humbert und Müller 2012, S. 102)	105
5.3.	Geschlechterbezogene Belegung der Veranstaltung über zwei Jahrgänge .	106
5.4.	Teilnehmende der Veranstaltung nach studierten Fächern	106
5.5.	Von den Studierenden erwartete Änderung der Sichtweise auf die eigenen Fachdidaktiken über drei Jahrgänge (Selbstauskunft)	109
5.6.	Von den Studierenden tatsächlich erfahrene Änderung der Sichtweise auf die eigenen Fachdidaktiken über drei Jahrgänge (Selbstauskunft)	110
5.7.	Kategorien für informatische Werkzeuge (Studierendenperspektive) mit absoluter Anzahl an Nennungen	111
5.9.	Verständlichkeit und Relevanz der Vorlesungselemente aus Sicht der Studierenden nach Besuch der Vorlesung V ₁ (Mittelwerte)	120
5.13.	Zuordnung der Kompetenzklassen informatischer Literalität zu Teilen der Veranstaltung	126

5.15. Entwicklung der studentisch selbsteingeschätzten Kenntnisse zu den Inhaltsbereichen der GI-Bildungsstandards Informatik (Gesellschaft für Informatik e. V. 2008) in Vorlesung V_2	128
5.17. Verständlichkeit und Relevanz der Vorlesungselemente aus Sicht der Studierenden nach Besuch der Vorlesung V_2 (Mittelwerte)	128
5.19. Entwicklung der studentisch selbsteingeschätzten Kenntnisse zu den Inhaltsbereichen der GI-Bildungsstandards Informatik (Gesellschaft für Informatik e. V. 2008) in Vorlesung V_1	129
5.21. Verständlichkeit und Relevanz der Vorlesungselemente aus Sicht der Studierenden nach Besuch der Vorlesung V_3 (Mittelwerte)	133
6.2. Übersicht der einzelnen Durchgänge zur Weiterentwicklung der Lehrveranstaltung	137
6.3. Studentische Projekte aus der Projektübung P_0	139
6.5. Verlauf des pilotierenden Projektseminars P_1	143
6.7. Verlauf des Projektseminars P_2	145
6.8. Projektübersicht P_2	147
6.10. Verlauf des Projektseminars P_3	151
6.11. Projektübersicht P_3	154
7.2. Vorkommnisse des Begriffes »angemessen« in exemplarisch ausgewählten informatikdidaktischen Lehrwerken	162
7.3. Transfer der Aspekte des sprachlichen Ausdrucks von antiken Reden in die Informatikdidaktik	167
8.1. Projektseminar »Modellieren von Dokumenten« (vgl. Losch 2021–2022)	185
8.2. Acht Dimensionen digitaler Textsouveränität nach FREDERKING (vgl. Frederick 2022, S. 8)	187

Glossar

T_EX – L^AT_EX Der Satz von Dokumenten kann durch die textuelle, informatische Modellierung an das Textsatzsystem T_EX abgeben werden und über Direktiven in der Beschreibungs- bzw. Auszeichnungssprache L^AT_EX gestaltet werden.

basal Semantischer Hintergrund: ontologisch; auf informatische oder semiotische Fachgegenstände, -methoden oder -konzepte bezogen; etwa: basale Zeichen, basale Interaktion.

Darstellung Realweltliche Objekte können auf Bitfolgen (Zeichenketten) abgebildet werden – alles kann codiert werden (vgl. Tantau 2021, S. 29). Alle Darstellungsformen eines n -dimensionalen Raumes (für $n \geq 2$) lassen sich für Informatiksysteme immer auf den eindimensionalen Raum zurückführen.

fundamental Semantischer Hintergrund: transzendent; auf Ideen – insbesondere von SCHWILL (1993) – oder pädagogische bzw. didaktische Konzepte bezogen.

grundlegend Semantischer Hintergrund: allgemein; auf (Fach-)Inhalte oder Kompetenzen bezogen.

Hypertext Ein Hypertext ist ein Text, »der Sprungmarken enthält, die von anderen Texten angesteuert werden können, oder in dem Verweise zu anderen Texten stehen« (Claus und Schwill 2006, S. 290).

Interaktion Aus informatischer Sicht ist eine Interaktion zwischen Informatiksystemen und Menschen möglich; ebenso stellt sich die Interaktion zwischen zwei oder mehreren Informatiksystemen als erklärbar dar. Letztlich geht es bei dieser Form der Interaktion um schlichte Operationen der (stets eindimensionalen) Ein- und Ausgabe. Zur Gebrauchstauglichkeit und Ergonomie interaktiver Informatiksysteme wurde die DIN 9241 aufgerichtet (vgl. Herczeg 2018, S. 190). Abzugrenzen ist dieser fachspezifische, »vereinfachte« Interaktionsbegriff von einem mehrdimensionalen Interaktionsbegriff, dessen Entwicklung eher den Geisteswissenschaften zuzuschreiben ist: An allen Enden der Interaktion bedarf es eines Organismus mit Bewusstsein; die Interaktion meint die zustandekommende Wechselwirkung zwischen den beiden Organismen. Aus diesen Überlegungen kann abgeleitet werden, dass Operation als Untermenge von »freier«, zwischenmenschlicher Interaktion bezeichnet werden kann. Die Interaktion wird auf die programmgesteuerte Ein-/und Ausgabe reduziert; Bewusstsein ist nicht obligatorisch. Der fachspezifische Interaktionsbegriff findet überwiegende Verwendung in dieser Arbeit. Die Verwendung

des allgemeinen Begriffes wird in der Arbeit nicht gesondert markiert, ist aber durch den jeweiligen Kontext – es geht um unmittelbare Kommunikation zwischen Menschen – erschließbar.

Objekt Der Objektbegriff wird in dieser Arbeit in dreierlei Hinsicht verwendet: Objekt als Teil informatischer Modellierung; Objekt als Teil der objektorientierten Modellierung; Objekt als philosophischer Begriff..

Problem »Ein Problem stellt eine nicht routinemäßig lösbare Aufgabe dar« (Humbert 2006, S. 39). HUMBERT betrachtet die Lösung von Problemen als Zielperspektive der informatischen Modellierung. Aus SCHELHOWE (1997) Ausführungen kann hingegen herausgelesen werden, dass die Zielperspektive informatischer Modellierung auch »gelingende« Kommunikation sein kann. Problemlösendes, informatisches Modellieren kann die »gelingende Kommunikation« jedoch als Problem auffassen; vice versa entsteht ein Problem i. d. R. in einem Kommunikationsprozess und könnte daher genauso gut dem Ansatz von SCHELHOWE untergeordnet werden. In dieser Arbeit wird auf der Mikroebene dem Ansatz von HUMBERT, auf der Makroebene dem von SCHELHOWE gefolgt.

Literaturverzeichnis

- Albrecht, Christian u. a. (2021). *digi4all – Kompetenzen für das Unterrichten in einer digitalen Welt*. Hrsg. von Jochen Koubek. URL: <https://digi4all.de/> (besucht am 29.01.2024).
- Allen B. Tucker (Editor and Co-chair) u. a. (1991). *Computing Curricula 1991 Report of the ACM/IEEE-CS Joint Curriculum Task Force*. DOI: 10.1145/103701.103710.
- Andersen, Peter Bøgh (22. März 2009). *A Theory of Computer Semiotics*. United States: Cambridge University Press. URL: <https://t1p.de/5nof> (besucht am 29.01.2024).
- Appelrath, Hans-Jürgen und Jochen Ludewig (1999). *Skriptum Informatik — eine konventionelle Einführung*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag. DOI: 10.1007/978-3-663-11373-7_5.
- Arend, Stefanie (2015). *Rhetorik, Stil und Verstehen: Theoriegeschichte der »Angemessenheit« (aptum) von der Antike über Goethe und Kayser bis zur linguistischen Pragmatik*. Hrsg. von Albrecht Buschmann. Berlin, München, Boston, S. 119–136. DOI: 10.1515/9783050065359-007.
- Arlt, Wolfgang und Klaus Haefner, Hrsg. (Okt. 1984). *Informatik als Herausforderung an Schule und Ausbildung*. Informatik-Fachberichte 90. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Arndt, Holger (13.–27. Nov. 2018). *Modellierung und exemplarische Implementierung*. Vorlesung. Wuppertal. URL: <https://git.uni-wuppertal.de/ddi/lehre/wise-2018/iia-v1> (besucht am 29.01.2024).
- Baacke, Dieter (1996). In: *Medienkompetenz als Schlüsselbegriff*. Hrsg. von Antje von Rein. Theorie und Praxis der Erwachsenenbildung. Herausgegeben vom Deutschen Institut für Erwachsenenbildung (DIE) – Pädagogische Arbeitsstelle des Deutschen Volkshochschul-Verbandes. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 112–124. URL: <https://t1p.de/blqc> (besucht am 29.01.2024).
- Balzert, Helmut (1977). »Einige Gedanken zu Informatiklerninhalten und zur Methodik in verschiedenen Ausbildungsstufen und -bereichen«. In: *Informatik im Unterricht der Sekundarstufe II: Grundfragen, Probleme und Tendenzen mit Bezug auf allgemeinbildende und berufsqualifizierende Ausbildungsgänge*. Hrsg. von Heinrich Bauersfeld, Michael Otte und Hans Georg Steiner. Schriftenreihe des IDM (Institut für Didaktik der Mathematik) 15 (Bd. I) und 16 (Bd. II). Arbeitstagung: Bielefeld 12.–14. September 1977. Bielefeld: Universität, 49–65 (Bd. I).
- Barkmin, Mike u. a. (Dez. 2020). »Informatik für alle?! – Informatische Bildung als Baustein in der Lehrkräftebildung«. In: *Digitale Innovationen und Kompetenzen in der Lehramtsausbildung*. Hrsg. von Michael Reißwenger u. a. Universitätsverlag Rhein-Ruhr, S. 99–120. DOI: 10.17185/dupublico/73330.
- Bauersfeld, Heinrich, Michael Otte und Hans Georg Steiner, Hrsg. (1977). *Informatik im Unterricht der Sekundarstufe II: Grundfragen, Probleme und Tendenzen mit Bezug auf allgemeinbildende und berufsqualifizierende Ausbildungsgänge*. Schriftenreihe des IDM (Institut

- für Didaktik der Mathematik) 15 (Bd. I) und 16 (Bd. II). Arbeitstagung: Bielefeld 12.–14. September 1977. Bielefeld: Universität.
- Baumann, Rüdiger (1996). *Didaktik der Informatik*. 2. völlig neu bearbeitete Aufl. Stuttgart: Klett-Schulbuchverlag.
- Beaugrande, Robert-Alain de und Wolfgang Ulrich Dressler (1981). *Einführung in die Textlinguistik*. Bd. 28. Konzepte der Sprach- und Literaturwissenschaft. Tübingen: Max Niemeyer Verlag.
- Bell, Tim, Mike Fellows und Ian H. Witten (Dez. 2006). *Computer Science unplugged*. letzte Aktualisierung: 2021-09-24. URL: <https://t1p.de/4y242> (besucht am 29. 01. 2024).
- Bennewitz, Hedda und Lars Wegner (2020). »Beratung als Gegenstand der Lehrerinnen- und Lehrerbildung«. In: Cramer, Colin u. a. *Handbuch Lehrerinnen- und Lehrerbildung*. utb ; 5473 : Professionsforschung. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 47–52.
- Bergner, Nadine (2024). *It4all*. Seminar. Dresden. URL: <https://t1p.de/xkztr> (besucht am 29. 01. 2024).
- Berry, Miles (2018). »Computing« als neues Schulfach. Umsetzung des landesweiten Curriculums für das Fach Computing in England«. In: *LOG IN*. Thema 38.189/190. Hrsg. von Ludger Humbert und Bernhard Koerber, S. 20–26.
- Beyer, Andrea u. a. (Sep. 2021). »Informatische Literalität im Lehramtsstudium der Lateinischen Philologie«. In: *Informatik – Bildung von Lehrkräften in allen Phasen*. 19. GI-Fachtagung Informatik und Schule (INFOS 2021) (8.–10. Sep. 2021). Hrsg. von Ludger Humbert. Bd. p313. LNI – Lecture Notes in Informatics. Wuppertal: Gesellschaft für Informatik e. V., S. 351–351. DOI: 10.18420/infos2021_a271. URL: <https://t1p.de/LNI-INFOS-21> (besucht am 29. 01. 2024).
- BLK, Hrsg. (1987). *Gesamtkonzept für die Informationstechnische Bildung in Schule und Ausbildung*. Heft 16, BLK – Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung. Bonn: BLK.
- Bohrmann-Linde, Claudia u. a. (Mai 2022). »Analyse, Struktur und Darstellung chemie-didaktischer Elemente aus informatischer Perspektive – Entwicklung eines interdisziplinären Lehrkonzeptes«. In: *MNU-Journal*, S. 423–429.
- Bortz, Jürgen und Nicola Döring (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*. 4. Aufl. Berlin: Springer.
- Brauer, Wilfried, Volker Claus u. a. (1984). »Zielsetzungen und Inhalte des Informatikunterrichts«. In: *Informatik als Herausforderung an Schule und Ausbildung*. Hrsg. von Wolfgang Arlt und Klaus Haefner. Informatik-Fachberichte 1. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 338–346. URL: <https://t1p.de/ng2e> (besucht am 29. 01. 2024).
- Brauer, Wilfried, Wolfhart Haacke und Siegfried Münch (1980). *Studien- und Forschungsführer Informatik*. Hrsg. von Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung mbH. 4. Ausgabe. Sankt Augustin/Bonn: GMD.
- (1989). *Studien- und Forschungsführer Informatik*. Hrsg. von Gesellschaft für Informatik e. V. 2. neubearbeitete und erweiterte Aufl. erste Ausgabe: 1973. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Brauer, Wilfried und Siegfried Münch (1996). *Studien- und Forschungsführer Informatik*. 3. völlig neu bearbeitete Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Bredenkamp, Horst und Sybille Krämer (2003). »Kultur, Technik, Kulturtechnik: Wider die Diskursivierung der Kultur«. In: *Bild – Schrift – Zahl*. Hrsg. von Sybille Krämer und Horst Bredenkamp. KULTURTECHNIK. München: Wilhelm Fink Verlag, S. 11–22.

- Breier, Norbert (1994). »Informatische Bildung als Teil der Allgemeinbildung«. In: *LOG IN* 14.5/6, S. 90–93.
- Brinda, Torsten (März 2004). »Didaktisches System für objektorientiertes Modellieren im Informatikunterricht der Sekundarstufe II«. Dissertation. Universität Siegen, Didaktik der Informatik und E-Learning. URL: <https://t1p.de/2uau> (besucht am 29.01.2024).
- (2016). *Stellungnahme zum KMK-Strategiepapier »Bildung in der digitalen Welt«*. URL: <https://t1p.de/sgxh> (besucht am 29.01.2024).
 - (2020). »Informatik in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung«. In: Cramer, Colin u. a. *Handbuch Lehrerinnen- und Lehrerbildung*. utb ; 5473 : Professionsforschung. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 444–449.
- Brinda, Torsten u. a. (Sep. 2021). »Informatische Bildung für Lehrkräfte in allen Phasen«. In: *Informatik – Bildung von Lehrkräften in allen Phasen. 19. GI-Fachtagung Informatik und Schule (INFOS 2021)* (8.–10. Sep. 2021). Hrsg. von Ludger Humbert. Bd. p313. LNI – Lecture Notes in Informatics. Wuppertal: Gesellschaft für Informatik e. V., S. 349–349. DOI: 10.18420/infos2021_a277. URL: <https://t1p.de/LNI-INFOS-21> (besucht am 29.01.2024).
- Bruner, Jérôme Seymour (1970). *Der Prozeß der Erziehung*. Hrsg. von Werner Loch. 3. Auflage. Bd. Bd. 4. Sprache und Lernen. Berlin: Berlin Verlag.
- (1974). *Entwurf einer Unterrichtstheorie*. Düsseldorf: Pädagogischer Verlag Schwann.
- Buch, Susanne und Jörn Sparfeldt (2020). »Diagnostik, Beurteilung und Förderung als Gegenstand der Lehrerinnen- und Lehrerbildung«. In: Cramer, Colin u. a. *Handbuch Lehrerinnen- und Lehrerbildung*. utb ; 5473 : Professionsforschung. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 39–46.
- Burkhardt, Jean-Marie, Françoise Détienne und Susan Wiedenbeck (1. Juni 2002). »Object-Oriented Program Comprehension: Effect of Expertise, Task and Phase«. In: *Empirical Software Engineering* 7.2, S. 115–156. URL: <https://arxiv.org/pdf/cs/0612004.pdf> (besucht am 29.01.2024).
- Caeli, Elisa Nadire (29. Nov. 2021). »Computational Thinking in Compulsory Education: Why, What, and How? A Societal and Democratic Perspective«. PhD Dissertation. Aarhus, DK: Graduate School at the Faculty of Arts, Aarhus University. URL: <https://t1p.de/arfm6> (besucht am 29.01.2024).
- Calliope gGmbH (3. Dez. 2018). *MicroPython for the Calliope mini*. URL: <https://github.com/calliope-mini/calliope-mini-micropython> (besucht am 29.01.2024).
- Capurro, Rafael (1978). »Information: ein Beitrag zur etymologischen und ideengeschichtlichen Begründung des Informationsbegriffs«. Dissertation. München.
- (Dez. 1990). »Ethik und Informatik. Die Herausforderung der Informatik für die praktische Philosophie«. In: *Informatik Spektrum* 13.6. Antrittsvorlesung an der Universität Stuttgart, gehalten am 2.5.1990, S. 311–320. URL: <https://t1p.de/gni0> (besucht am 29.01.2024).
- CEPIS (2014). *Computing in Schools – A Call for Action from Informatics Societies*. URL: <https://t1p.de/4qfnw> (besucht am 29.01.2024).
- (2015). *Computing and Digital Literacy – Call for a Holistic Approach*. URL: <https://t1p.de/x4mg> (besucht am 29.01.2024).
- Chomsky, Noam (Jan.–März 1955). »Logical Syntax and Semantics«. In: *Language* 31.1, S. 36–45. URL: <https://is.gd/mUDUpV> (besucht am 29.01.2024).

- Claus, Volker (1991). »Die Rolle der Sprache – Anforderungen an den Informatikunterricht«. In: *Weiterentwicklung des Informatikunterrichts – Folgerungen aus der Sicht von Lehrerbildung und Wissenschaft*. Hrsg. von Jürgen Burkert und Rudolf Peschke. Materialien zur Schulentwicklung 16. Wiesbaden: Hessisches Institut für Bildungsplanung und Schulentwicklung (HIBS), S. 148–158.
- (1977). »Informatik an der Schule: Begründungen und allgemeinbildender Kern«. In: *Informatik im Unterricht der Sekundarstufe II: Grundfragen, Probleme und Tendenzen mit Bezug auf allgemeinbildende und berufsqualifizierende Ausbildungsgänge*. Hrsg. von Heinrich Bauersfeld, Michael Otte und Hans Georg Steiner. Schriftenreihe des IDM (Institut für Didaktik der Mathematik) 15 (Bd. I) und 16 (Bd. II). Arbeitstagung: Bielefeld 12.–14. September 1977. Bielefeld: Universität, 19–33 (Band I).
- (1995). »Informatik in der Schule als Sprachen-Unterricht«. In: *Innovative Konzepte für die Ausbildung*. Hrsg. von Sigrid Schubert. Informatik aktuell. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 40–48.
- Claus, Volker und Andreas Schwill (Feb. 2006). *Duden Informatik A–Z. Fachlexikon für Studium und Praxis*. Hrsg. von Meyers Lexikonredaktion. 4., überarb. u. aktualis. Aufl. Mannheim, Leipzig, Wien, Zürich: Bibliographisches Institut.
- ComeIn, Hrsg. (2022). *CoP IGB/DaL. Informatische Grundbildung/Digitalisierung als Lerngegenstand*. ComeIn – Communities of Practice NRW – für eine Innovative Lehrerbildung. URL: <https://t1p.de/3euyb> (besucht am 29. 01. 2024).
- Hrsg. (2023). *Projekthomepage. ComeIn – Communities of Practice NRW – für eine Innovative Lehrerbildung*. URL: <https://comein.nrw/portal/> (besucht am 29. 01. 2024).
- Comenius, Johann Amos (1657). *Didactica magna*. Amsterdam.
- Coseriu, Eugenio (1988). *Sprachkompetenz: Grundzüge der Theorie des Sprechens*. Tübingen: Francke.
- Coy, Wolfgang (Feb. 2008). »Kulturen – nicht betreten? Anmerkungen zur ›Kulturtechnik Informatik««. In: *Informatik Spektrum* 31,1, S. 30–34.
- Cramer, Colin u. a. (2020). *Handbuch Lehrerinnen- und Lehrerbildung*. utb ; 5473 : Professionsforschung. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Dagiene, Valentina und Gerald Futschek (Juli 2008). »Bebras International Contest on Informatics and Computer Literacy: Criteria for Good Tasks«. In: *3rd International Conference ISSEP Informatics in Secondary Schools: Evolution and Perspectives—Informatics Education Contributing Across the Curriculum—Toruń—Poland 1st to 4th July 2008*. Hrsg. von Roland T. Mittermeir und Maciej M. Sysło. Bd. 5090. Lecture Notes in Computer Science. Springer, S. 19–30. DOI: 10.1007/978-3-540-69924-8_2.
- Deek, Fadi u. a. (Okt. 2003). *A Model Curriculum for K-12 Computer Science. Final Report of the ACM K-12 Task Force Curriculum Committee*. Hrsg. von Allen Tucker. New York: ACM. URL: <https://t1p.de/5l3xl> (besucht am 29. 01. 2024).
- Denning, Peter J. (2008). *Great Principles of Computing*. URL: <https://t1p.de/nq13> (besucht am 29. 01. 2024).
- Deutscher Bildungsrat, Hrsg. (1972). *Empfehlungen der Bildungskommission – Strukturplan für das Bildungswesen*. Bd. 4. Aufl. Stuttgart: Klett.
- Diepold, Peter (2000). »Modellversuch ›Informatische Bildung für Lehrerstudenten««. In: *Hand- und Lehrbücher der Pädagogik. Computerunterstütztes Lernen.*, S. 216–231.
- Diethelm, Ira (2024). *Medienbildung und Digitalisierung*. Vorlesung. Oldenburg. URL: <https://t1p.de/66i6w> (besucht am 29. 01. 2024).

- Diethelm, Ira u. a. (Sep. 2011). »Die Didaktische Rekonstruktion für den Informatikunterricht«. In: *Informatik und Schule – Informatik für Bildung und Beruf – INFOS 2011 – 14. GI-Fachtagung 12.–15. September 2011, Münster*. Hrsg. von Marco Thomas. GI-Edition – Lecture Notes in Informatics – Proceedings P 189. Bonn: Gesellschaft für Informatik e. V., Köllen Druck + Verlag GmbH, S. 77–86. URL: <http://is.gd/nPPMdc> (besucht am 29.01.2024).
- Dijk, Teun A. Van und Walter Kintsch (1983). *Strategies of Discourse Comprehension*. New York: Academic Press.
- Döbeli Honegger, Beat (Nov. 2021). »Covid-19 und die digitale Transformation in der Schweizer Lehrerinnen- und Lehrerbildung«. In: *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung – Zeitschrift zu Theorie und Praxis der Aus- und Weiterbildung von Lehrerinnen und Lehrern* 39.3.
- Dutke, Stephan (Mai 2012). »Wie verstehen Schüler/innen Programmtext? – Kognitionspsychologische Analogien zum Verstehen natürlichsprachlicher Texte«. In: *Ideen und Modelle – 5. Münsteraner Workshop zur Schulinformatik*. Hrsg. von Marco Thomas und Michael Weigend. Norderstedt: Books on Demand, S. 9–10.
- Eco, Umberto (1977). *A Theory of Semiotics*. Advances in semiotics. Macmillan.
- Eickelmann, Birgit (6. Sep. 2017). *Konzepte und Entwicklungsperspektiven – Kompetenzen in der digitalen Welt*. gute gesellschaft – soziale demokratie #2017plus. URL: <https://t1p.de/6pmj> (besucht am 29.01.2024).
- Engbring, Dieter (1995). »Kultur- und technikgeschichtlich begründete Bildungswerte der Informatik«. In: *Innovative Konzepte für die Ausbildung*. Hrsg. von Sigrid Schubert. Informatik aktuell. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 68–77.
- (Nov. 2004). »Informatik im Herstellungs- und Nutzungskontext. Ein technikbezogener Zugang zur fachübergreifenden Lehre«. Dissertation. Universität Paderborn – Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik – Arbeitsgruppe Informatik und Gesellschaft. URL: <https://t1p.de/w44w> (besucht am 29.01.2024).
- (Mai 2018). »Überlegungen zu einem Beitrag zur Lehrerbildung in der digital vernetzten Welt. Ein auf Erfahrungen gestützter Bericht und Diskussionsbeitrag«. In: *Informatik und Medien – 8. Münsteraner Workshop zur Schulinformatik*. Hrsg. von Marco Thomas und Michael Weigend. Norderstedt: Books on Demand GmbH, S. 95–106. (Besucht am 19.09.2018).
- Engbring, Dieter und Daniel Siebrecht (20. Sep. 2018). *Informatische Bildung für Lehramtsstudierende*. Sektion »Kohärenz und Bildung«: »Nur eine Frage der Technik? Informatische und sexuelle Bildung als überfachliche Herausforderungen für die Lehrer/innenbildung« im Rahmen der Tagung »Vielfalt und Kohärenz in der Lehrerbildung (ViKo)«. URL: <https://uni-w.de/189> (besucht am 29.01.2024).
- EU Science Hub, Hrsg. (2017). *Digital Competence Framework for Educators (DigCompEdu)*. Fassung vom 2019-02-26. URL: <https://t1p.de/ola4> (besucht am 29.01.2024).
- Euler, Peter (1999). »Technologie und Urteilskraft: zur Neufassung des Bildungsbegriffs«. teilw. zugl. Darmstadt, Techn. Univ., Habil.-Schr., 1997. thesis. Weinheim.
- Europe, Council of (2000). *Common European Framework of Reference for Languages: Learning, teaching, assessment*. URL: <https://t1p.de/5knw> (besucht am 29.01.2024).
- Fakultätentag Informatik (30. Apr. 1976). *Fächerkatalog Informatik*. abgedruckt in (Brauer, Haacke und Münch 1980, S. 67).

- Fängmer, Kai (4. Feb. 2020). »Aufschluss des wissenschaftlichen Schreibprozesses unter informatischer Perspektive«. PDF: <https://uni-w.de/4rj0i>. Masterthesis. Wuppertal: Fachgebiet Didaktik der Informatik – Bergische Universität. URL: <https://uni-w.de/130> (besucht am 29.01.2024).
- Ferrari, Anusca (2013). *DIGCOMP: A Framework for Developing and Understanding Digital Competence in Europe*. JRC technical reports. Luxembourg: European Commission – Joint Research Centre – Institute for Prospective Technological Studies (JRC-IPTS). URL: <https://t1p.de/njw8> (besucht am 29.01.2024).
- Fix, Ulla (2017). »Rezension: Jürgen Schiewe (Hg.). 2016. *Angemessenheit. Einsichten in Sprachgebräuche* (Valerio 18). Göttingen: Wallstein.« In: *Zeitschrift für Rezensionen zur germanistischen Sprachwissenschaft* 9.1-2, S. 136–143.
- Floyd, Christiane (1997). »Autooperationale Form und situiertes Handeln«. In: *Cognitio Humana – XVII. Deutscher Kongreß für Philosophie (Sept. 1996)*. Hrsg. von C. Hubig. Akademie Verlag, S. 237–252.
- (Okt. 2001). *Informatik – Mensch – Gesellschaft 1. Prüfungsunterlagen*. zugl. Informatik – eine Standortbestimmung – Hamburg, September 1998 von C. Floyd und R. Klischewski. Universität Hamburg – Fachbereich Informatik.
- Forssmann, Friedrich (2016). »Typographie. Über die Praxis des Gestaltens von Sprache und Schrift – Gespräch mit Jürgen Schiewe«. In: *Angemessenheit – Einsichten in Sprachgebräuche*. Hrsg. von Jürgen Schiewe. Göttingen: Wallstein Verlag, S. 87–96.
- Forsythe, George E. (1963). »Educational implications of the computer revolution«. In: *Applications of Digital Computers*. Hrsg. von Walter F. Freiberger und William Prager. Boston: Ginn, S. 166–178.
- Frailon, Julian u. a. (13. Dez. 2014). *Preparing for Life in a Digital Age – The IEA International Computer and Information Literacy Study (ICILS) International Report*. Australian Council for Educational Research (ACER). Melbourne, Australia: Springer Open. URL: <https://t1p.de/7chg> (besucht am 29.01.2024).
- Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme (2023). *Open Roberta Lab*. Sankt Augustin. URL: <https://lab.open-roberta.org/> (besucht am 29.01.2024).
- Frederking, Volker (Jan. 2022). *Digitale Textsouveränität. Funktional-anwendungsorientierte und personal-reflexive Bildungsherausforderungen in der digitalen Weltgesellschaft im 21. Jahrhundert – Eine Theorieskizze*. URL: <https://t1p.de/m4xmw> (besucht am 29.01.2024).
- Frommer, Andreas, Ulrich Heinen und Stefan Freund (2015–2023). *Kohärenz in der Lehrerbildung – KoLBi*. URL: <https://www.kolbi.uni-wuppertal.de/> (besucht am 18.02.2024).
- Frommer, Andreas, Ludger Humbert und Dorothee Müller (2012). »Informatik im Alltag – Durchblicken statt Runklicken«. In: *Tagungsband der 5. Fachtagung zur »Hochschuldidaktik Informatik« – HDI 2012. 5. Fachtagung Hochschuldidaktik der Informatik* (Hamburg, 6.–7. Nov. 2012). Hrsg. von Peter Forbrig, Detlef Rick und Axel Schmolitzky. Bd. 5. *Commentarii informaticae didacticae (CID)*. Potsdam: Universitäts-Verlag, S. 98–104. URL: <https://t1p.de/tz7e> (besucht am 15.02.2024).
- Fuhr, Norbert (Jan. 2000). *Informationssysteme – Stammvorlesung im WS 99/00 (IR-Teil)*. URL: <https://t1p.de/ucics> (besucht am 29.01.2024).
- (Juni 2004). *Information Retrieval. Skriptum zur Vorlesung im Sommersemester 2004*. URL: <https://t1p.de/6eaq1> (besucht am 29.01.2024).

- Futschek, Gerald und Julia Moschitz (2. Sep. 2011). *Learning Algorithmic Thinking with Tangible Objects Eases Transition to Computer Programming*. Wien. URL: https://publik.tuwien.ac.at/files/PubDat_199953.pdf (besucht am 29.01.2024).
- Gander, Walter u. a. (Apr. 2013). *Informatics education: Europe cannot afford to miss the boat*. URL: <https://t1p.de/6jvfvf> (besucht am 29.01.2024).
- Genrich, Hartmann J. (1977). »Belästigung der Menschen durch Computer«. In: Hrsg. von Heinrich Bauersfeld, Michael Otte und Hans Georg Steiner. Schriftenreihe des IDM (Institut für Didaktik der Mathematik) 15 (Bd. I) und 16 (Bd. II). Arbeitstagung: Bielefeld 12.–14. September 1977. Bielefeld: Universität, S. 3–18.
- Gesellschaft für Informatik e. V. (Okt. 1999). *Informatische Bildung und Medienerziehung. Empfehlung der Gesellschaft für Informatik e. V. erarbeitet von einem Arbeitskreis des Fachausschusses »Informatische Bildung in Schulen« (7.3)*. Informatik Spektrum, Bd. 23, Heft 2, 2000 und LOG IN Nr. 6 1999. URL: <https://t1p.de/8551> (besucht am 29.01.2024).
- (Dez. 2000). *Empfehlung für ein Gesamtkonzept zur informatischen Bildung an allgemein bildenden Schulen*. Beilage LOG IN 20 (2000) Heft 2, S. I–VII, S. 378–382. URL: <https://t1p.de/ntpf> (besucht am 29.01.2024).
- Hrsg. (Apr. 2008). *Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule – Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I*. Erarbeitet vom Arbeitskreis »Bildungsstandards« – Beschluss des GI-Präsidiums vom 24. Januar 2008 – veröffentlicht als Beilage zu LOG IN 28 (2008) Heft 150/151. URL: <https://t1p.de/7wru> (besucht am 29.01.2024).
- Hrsg. (11. Apr. 2021). *Position zur Bildung aller Lehrkräfte in Bezug auf Informatik*. URL: <https://t1p.de/ndi0> (besucht am 29.01.2024).
- (2022). *Informatik-Monitor*. URL: <https://informatik-monitor.de/> (besucht am 29.01.2024).
- (Nov. 2023). *Informatikkompetenzen für alle Lehrkräfte*. DOI: 10.18420/rec2023_064.
- Gökkuş, Yasemin, Richard Kremer und Daniel Losch (2024). *Informatische Bildung in der Chemie. Entwicklung eines interdisziplinären Lehrkonzeptes und seine Pilotierung*. URL: <https://t1p.de/mosaik-ch-if> (besucht am 29.01.2024).
- Gramelsberger, Gabriele (Juni 2001). »Semiotik und Simulation: Fortführung der Schrift ins Dynamische. Entwurf einer Symboltheorie der numerischen Simulation und ihrer Visualisierung«. Dissertation. Berlin: Institut für Philosophie, Freie Universität. URL: <https://t1p.de/73nk7> (besucht am 29.01.2024).
- Gräf, Anne u. a., Hrsg. (2024). *Fragmentierung in der Lehrerbildung – Das Lehramtsstudium im Spannungsfeld von Professionsorientierung, Bildungstheorie und (Fach-)Wissenschaft*. n. n. e.
- Greb, Ralf (Mai 2006). »Untersuchung der Strukturen und Konstruktion von Textdokumenten unter Nutzung des Satzsystems L^AT_EX. Eine Unterrichtsreihe im Informatikunterricht der Sekundarstufe I«. Hausarbeit gemäß OVP. Arnsberg: Studienseminar für Lehrämter an Schulen – Seminar für das Lehramt für Gymnasien/Gesamtschulen. URL: <https://t1p.de/k0bi> (besucht am 29.01.2024).
- Grillenberger, Andreas (2019). »Von Datenmanagement zu Data Literacy: Informatikdidaktische Aufarbeitung des Gegenstandsbereichs Daten für den allgemeinbildenden Schulunterricht«. Dissertation. URL: <http://dx.doi.org/10.17169/refubium-1932> (besucht am 29.01.2024).

- Großmann, Martin (13. Sep. 2022). »Bewegtes Lernen im Informatikunterricht«. PDF: <https://uni-w.de/wjhd0>. Masterthesis. Wuppertal: Fachgebiet Didaktik der Informatik – Bergische Universität. URL: <https://uni-w.de/130> (besucht am 29.01.2024).
- Grube, Gernot (2005a). »Autooperative Schrift – und eine Kritik der Hypertexttheorie«. In: *Schrift: Kulturtechnik zwischen Auge, Hand und Maschine*. Reihe Kulturtechnik. München: Fink Bayerische Staatsbibliothek, S. 81–114. URL: <https://t1p.de/07w8o> (besucht am 29.01.2024).
- (2005b). *Schrift: Kulturtechnik zwischen Auge, Hand und Maschine*. Reihe Kulturtechnik. München: Fink Bayerische Staatsbibliothek. URL: <https://t1p.de/07w8o> (besucht am 29.01.2024).
- Gruhn, Volker, Christoph Hannebauer und Marc Hesenius (28. Feb. 2018). »Does syntax highlighting help programming novices?« In: *Empirical Software Engineering*, S. 2795–2828. DOI: 10.1007/s10664-017-9579-0.
- Guzdial, Mark (22. Mai 2018). *Teaching Two Programming Languages in the First CS Course*. URL: <https://t1p.de/q9dc> (besucht am 29.01.2024).
- Hammersen, Thomas (Mai 2005). »Konzeption einer Unterrichtsreihe zur flexiblen Anwendungsgestaltung mit strukturierten Dokumenten (XML)«. Hausarbeit gemäß OVP. Hamm: Studienseminar für Lehrämter an Schulen – Seminar für das Lehramt für Gymnasien/Gesamtschulen. URL: <https://t1p.de/pa78> (besucht am 29.01.2024).
- Hasenclever, Wolf-Dieter (24. Jan. 2017). *Laudatio zur Ehrung der Preisträgerinnen und Preisträger des Wolfgang-Heilmann-Preises 2016*. URL: <https://t1p.de/xp5g> (besucht am 05.12.2020).
- Heckmann, Reinhold und Reinhard Wilhelm (1996). *Grundlagen der Dokumentenverarbeitung*. Bonn: Addison-Wesley Longman Verlag GmbH.
- Herczeg, Michael (2009). *Interaktionsdesign: Gestaltung interaktiver und multimedialer Systeme*. Interaktive Medien. Berlin ; Boston: Oldenbourg Wissenschaftsverlag. DOI: 10.1524/9783486594942.
- (2018). *Software-Ergonomie: Theorien, Modelle und Kriterien für gebrauchstaugliche interaktive Computersysteme*. 4., erweiterte und aktualisierte Aufl. De Gruyter Studium. München ; Wien: De Gruyter Oldenbourg. DOI: 10.1515/9783110446869.
- Herzig, Bardo (Sep. 2001). »Medienbildung und Informatik – Zur Fundierung einer integrativen Medienbildungstheorie«. In: *Informatik und Schule – Informatikunterricht und Medienbildung INFOS 2001 – 9. GI-Fachtagung 17.–20. September 2001, Paderborn*. Hrsg. von Reinhard Keil-Slawik und Johannes Magenheim. GI-Edition – Lecture Notes in Informatics – Proceedings P-8. Bonn: Gesellschaft für Informatik, Köllen Druck + Verlag GmbH, S. 107–119.
- (2020). »Medienbildung in der Grundschule – ein konzeptioneller Beitrag zur Auseinandersetzung mit (digitalen) Medien«. In: *Zeitschrift für Grundschulforschung* 13, S. 99–116. DOI: 10.1007/s42278-019-00064-5.
- Herzig, Bardo, E. Sarjevski und D. Hielscher (2022). »Algorithmische Entscheidungssysteme und digitale Souveränität«. In: *merz Wissenschaft: Digitalität und Souveränität. Braucht es neue Leitbilder der Medienpädagogik?* 6, S. 95–106.
- Heudorfer, Anna u. a. (2020). »Allgemeinbildung und kritisch-konstruktive Didaktik an der Hochschule? Wolfgang Klafkis Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik«.

- In: *Klassiker der Hochschuldidaktik? : Kartografie einer Landschaft*, S. 173–193. DOI: 10.1007/978-3-658-28124-3.
- Heymann, Hans Werner (1996). *Allgemeinbildung und Mathematik*. Weinheim: Beltz.
- (17. Sep. 2020). *Allgemeinbildung und Informatik. Fragen und Denkanstöße aus bildungstheoretischer und schulpädagogischer Perspektive*. Präsentation zum Vortrag auf der INFOS 2019. URL: <https://t1p.de/wer5> (besucht am 29. 01. 2024).
- Hilbig, André (Aug. 2014). »Entwicklung informatischer Kompetenzen zur Verhinderung von Mobbing«. PDF: <https://t1p.de/7cf5>. Masterthesis. Wuppertal: Fachgebiet Didaktik der Informatik – Bergische Universität. URL: <https://uni-w.de/130> (besucht am 29. 01. 2024).
- (2022). »Diversität im Informatikunterricht als Gestaltungsaufgabe der Fachdidaktik«. In: *Inklusion mit Informatik. 10. Münsteraner Workshop zur Schulinformatik*. Hrsg. von Marco Thomas und Michael Weigend. Münster, S. 11–20. URL: <https://uni-w.de/aoxw3> (besucht am 29. 01. 2024).
- Hischer, Horst (Feb. 2018). »Digitale Bildung – ein Bildungskonzept?« In: *Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik* 104, S. 8–17. URL: <https://t1p.de/e2vg> (besucht am 29. 01. 2024).
- Hochschulrektorenkonferenz (22. März 2022). *Lehrer:innenbildung in einer digitalen Welt. Entschließung des 150. HRK-Senats*. URL: <https://t1p.de/558ju> (besucht am 29. 01. 2024).
- Hopcroft, John E., Rajeev Motwani und Jeffrey D. Ullmann (2002). *Einführung in die Automatentheorie, Formale Sprachen und Komplexitätstheorie*. 2., überarbeitete Aufl. München: Pearson Studium.
- Hopcroft, John E. und Jeffrey D. Ullmann (1988). *Einführung in die Automatentheorie, Formale Sprachen und Komplexitätstheorie*. englische Originalausgabe: *Introduction to automata theory, formal languages and computation*; 1979 Addison-Wesley – aktualisierte Aufl. Hopcroft, Motwani und Ullmann 2002. Bonn: Addison-Wesley.
- Hoppe, Heinz Ulrich und Wolfram J. Luther (1996). »Informatik und Schule – Ein Fach im Spiegel neuer Entwicklungen der Fachdidaktik«. In: *LOG IN* 16,1, S. 8–14.
- Hubwieser, Peter, Hrsg. (Sep. 2003). *Informatik und Schule – Informatische Fachkonzepte im Unterricht – INFOS 2003 – 10. GI-Fachtagung 17.–19. September 2003, München*. GI-Edition – Lecture Notes in Informatics – Proceedings P 32. Bonn: Gesellschaft für Informatik e. V., Köllen Druck + Verlag GmbH.
- (Sep. 2007). *Didaktik der Informatik. Grundlagen, Konzepte, Beispiele*. 3., überarbeitete und erweiterte Aufl. Berlin: Springer.
- Humbert, Ludger (2002a). »Informatik – übergreifende, einzigartige Metawissenschaft? Überlegungen und fachdidaktischer Kontext«. In: *Forschungsbeiträge zur »Didaktik der Informatik« – Theorie, Praxis, Evaluation*. 1. GI-Workshop DDI'02 (Schwerpunkt: Modellierung in der informatischen Bildung, 10.–11. Okt. 2002 in Witten-Bommerholz. Hrsg. von Sigrid Schubert u. a. GI-Edition – Lecture Notes in Informatics – Proceedings P 22. Gesellschaft für Informatik – Didaktik-Workshop. Bonn: Köllen Druck + Verlag GmbH, S. 109–118. URL: <https://t1p.de/9f7v> (besucht am 29. 01. 2024).
- (2002b). »Welche Programmiersprache unterstützt meine Konzepte für den Informatikunterricht?« In: URL: <https://t1p.de/amkq5> (besucht am 18. 09. 2023).

- Humbert, Ludger (März 2003). *Zur wissenschaftlichen Fundierung der Schulinformatik*. zugl. Dissertation an der Universität Siegen. Witten: pad-Verlag. URL: <https://t1p.de/nkzr> (besucht am 29. 01. 2024).
- (Aug. 2006). *Didaktik der Informatik – mit praxiserprobtem Unterrichtsmaterial*. 2., überarbeitete und erweiterte Aufl. Leitfäden der Informatik. Wiesbaden: B.G. Teubner Verlag. DOI: 10.1007/978-3-8351-9046-7.
- Hrsg. (Sep. 2021). *Informatik – Bildung von Lehrkräften in allen Phasen*. 19. GI-Fachtagung *Informatik und Schule (INFOS 2021)* (8.–10. Sep. 2021). Bd. p313. LNI – Lecture Notes in Informatics. Wuppertal: Gesellschaft für Informatik e. V. URL: <https://t1p.de/LNI-INFOS-21> (besucht am 29. 01. 2024).
- Humbert, Ludger und Dorothee Müller (22. Sep. 2023). »Hätte ich gewusst, dass dies Informatik ist, dann hätte ich...« 20. GI-Fachtagung *Informatik und Schule (INFOS 2023)*. In: (20.–22. Sep. 2023). Hrsg. von Lutz Hellmig und Martin Hennecke. Bd. p336. LNI – Lecture Notes in Informatics. Hauptvortrag. Würzburg: Gesellschaft für Informatik e. V., S. 55–70. DOI: 10.18420/infos2023-004. URL: <https://t1p.de/2w2as> (besucht am 29. 01. 2024).
- Humbert, Ludger und Hermann Puhmann (2004). »Essential Ingredients of Literacy in Informatics«. In: *Informatics and Student Assessment. Concepts of Empirical Research and Standardisation of Measurement in the Area of Didactics of Informatics*. Hrsg. von Johannes Magenheimer und Sigrid Schubert. Bd. 1. GI-Edition – Lecture Notes in Informatics (LNI) – Seminars S-1. Dagstuhl-Seminar of the German Informatics Society (GI) 19.–24. September 2004. Bonn: Köllen Druck+Verlag GmbH, S. 65–76. URL: <https://t1p.de/91a3a> (besucht am 29. 01. 2024).
- Humbert (federführend), Ludger u. a. (10. Mai 2019). »Empfehlungen der GI – Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich. Ausgestaltung der Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik«. In: *Informatik für alle, INFOS 2019*, 18. GI-Fachtagung *Informatik und Schule*, 16.–18. September 2019, Dortmund, Germany. Hrsg. von Arno Pasternak. Bd. P288. Lecture Notes in Informatics (LNI)-Proceedings. Bonn: Gesellschaft für Informatik e. V. (GI), S. 237–245. DOI: 10.18420/infos2019-c9.
- »Hochschulreform in Österreich: Informatik als vierte Kulturtechnik« (14. Juli 1989). In: *Computerwoche* 29. Hrsg. von IDG Tech Media GmbH. URL: <https://t1p.de/maq6u> (besucht am 29. 01. 2024).
- Ifrah, Georges (1987). *Universalgeschichte der Zahlen*. 2. Aufl. Original: *Histoire Universelle des Chiffres* (1981), Edition Seghers. Frankfurt a. M./ New York: Campus Verlag.
- Ingold, Marianne (2011). »Information als Gegenstand von Informationskompetenz. Eine Begriffsanalyse«. In: *Berliner Handreichungen zur Bibliotheks- und Informationswissenschaft* 294. Hrsg. von Konrad Umlauf, S. 19–75. URL: <https://d-nb.info/1012225291/34> (besucht am 29. 01. 2024).
- Janich, Nina (2005). »Sprachkultur und Sprachkultiviertheit – ein methodisch-kulturalistischer Theorieentwurf«. In: *Aptum* 1. Zeitschrift für Sprachkritik und Sprachkultur, S. 14–36.
- Jatzlau, Sven und Ralf Romeike (2017). »Herausforderung durch neue Programmierkonzepte in blockbasierten Programmiersprachen«. In: *Informatische Bildung zum Verstehen und Gestalten der digitalen Welt*. Hrsg. von Ira Diethelm. Bonn: Gesellschaft für Informatik, S. 383–392. URL: <https://t1p.de/cfdcq> (besucht am 29. 01. 2024).

- Joost, Gesche u. a. (31. Jan. 2018). *Calliope mini Dokumentation v1.3 auf github.io*. URL: calliope-mini.github.io/v10 (besucht am 29. 01. 2024).
- K-12 Computer Science Framework Steering Committee (2016). *K-12 Computer Science Framework*. URL: <https://t1p.de/tpcd> (besucht am 29. 01. 2024).
- Keil-Slawik, Reinhard (1992). »Von der Benutzerin zur Kybernautin : sinnliche Wahrnehmung beim Umgang mit symbolischen Maschinen«. In: *Wechselwirkung 1992*, S. 4–9. URL: <https://t1p.de/m14b1> (besucht am 29. 01. 2024).
- Keil-Slawik, Reinhard und Harald Selke (1998). »Informationsinfrastruktur im Wandel. Der Aufbau von lernförderlichen Infrastrukturen«. In: *Bibliothek 22.1*, S. 51–59. URL: <https://t1p.de/oesk> (besucht am 29. 01. 2024).
- Kiel, Ewald und Marcus Syring (2020). »Erziehung als Gegenstand der Lehrerinnen- und Lehrerbildung«. In: Cramer, Colin u. a. *Handbuch Lehrerinnen- und Lehrerbildung*. utb ; 5473 : Professionsforschung. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 31–38.
- Kienpointner, Manfred (1996). *Vernünftig argumentieren: Regeln und Techniken der Diskussion*. rororo. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- (2005). »Dimensionen der Angemessenheit. Theoretische Fundierung und praktische Anwendung linguistischer Sprachkritik«. In: *Aptum – Zeitschrift für Sprachkritik und Sprackultur 1*. Hrsg. von Jürgen Schiewe und Martin Wengeler, S. 193–219.
- Kittler, Friedrich (2003). »Code oder wie sich etwas anders schreiben lässt«. In: *Code—the language of our time. Katalog zur Ars Electronica 2003*. Hrsg. von Gerfried Stocker und Christian Schöpf, S. 15–19. URL: <https://t1p.de/26vj> (besucht am 29. 01. 2024).
- Klafki, Wolfgang (2007). *Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik: Zeitgemäße Allgemeinbildung und kritisch-konstruktive Didaktik*. 6., neu ausgestattete Aufl. Beltz Bibliothek. Weinheim: Beltz Verlagsgruppe.
- (2019). *Allgemeine Erziehungswissenschaft. Systematische und historische Abhandlungen: herausgegeben und eingeleitet von Karl-Heinz Braun, Frauke Stübiger und Heinz Stübiger*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden (2019) ; Imprint: Springer VS. DOI: 10.1007/978-3-658-23165-1.
- KMK, Hrsg. (21. Dez. 2016). *Strategie der Kultusministerkonferenz »Bildung in der digitalen Welt«*. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 08.12.2016. Berlin. URL: <https://t1p.de/hm0j> (besucht am 15. 02. 2024).
- Hrsg. (7. Okt. 2021). *Stellungnahme zur Weiterentwicklung der KMK-Strategie »Bildung in der digitalen Welt«*. URL: <https://t1p.de/avfux> (besucht am 14. 02. 2024).
- Knuth, Donald E. (1. Aug. 1972). »George Forsythe and the Development of Computer Science«. In: *Communications of the ACM 15.8*, S. 721–726. DOI: 10.1145/361532.361538.
- Knuth, Donald Ervin (1973). *Fundamental Algorithms*. 2nd Edition—1st Edition 1968. Bd. 1. The Art of Computer Programming (TAOCP). Addison-Wesley.
- Krämer, Sybille (1988). *Symbolische Maschinen: die Idee der Formalisierung in geschichtlichem Abriß*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- (2005). »Operationsraum Schrift – über einen Perspektivenwechsel in der Betrachtung der Schrift«. In: Grube, Gernot. *Schrift: Kulturtechnik zwischen Auge, Hand und Maschine*. Reihe Kulturtechnik. München: Fink Bayerische Staatsbibliothek, S. 23–57. URL: <https://t1p.de/07w8o> (besucht am 29. 01. 2024).

- Krämer, Sybille (Okt. 2010). »Simulation und Erkenntnis. Über die Rolle computergenerierter Simulationen in den Wissenschaften«. In: *Information Philosophie*. URL: <http://is.gd/9STPWu> (besucht am 29.01.2024).
- Krämer, Sybille, Eva Cancik-Kirschbaum und Rainer Totzke, Hrsg. (2012). Bd. 1 – Wahrnehmbarkeit, Materialität und Operativität von Notationen. Schriftbildlichkeit. Berlin: Akademie Verlag. DOI: 10.1524/9783050057811.
- Kroes, Peter (2012). *Technical Artefacts – Creations of Mind and Matter*. Dordrecht/Heidelberg/New York/London: Springer.
- Kuckuck, Miriam u. a. (Sep. 2021). »Informatische Bildung in Praxisphasen des Sachunterrichts in NRW«. In: *Informatik – Bildung von Lehrkräften in allen Phasen. 19. GI-Fachtagung Informatik und Schule (INFOS 2021)* (8.–10. Sep. 2021). Hrsg. von Ludger Humbert. Bd. p313. LNI – Lecture Notes in Informatics. Wuppertal: Gesellschaft für Informatik e. V., S. 241–250. DOI: 10.18420/infos2021_p220. URL: <https://t1p.de/LNI-INFOS-21> (besucht am 29.01.2024).
- Kuhlen, Rainer, Hrsg. (1991). *Hypertext: Ein nicht-lineares Medium zwischen Buch und Wissensbank*. Berlin, Heidelberg: Springer. DOI: 10.1007/978-3-642-95649-2_2.
- Lachner, Andreas, Katharina Scheiter und Kathleen Stürmer (2020). »Digitalisierung und Lernen mit digitalen Medien als Gegenstand der Lehrerinnen- und Lehrerbildung«. In: Cramer, Colin u. a. *Handbuch Lehrerinnen- und Lehrerbildung*. utb ; 5473 : Professionsforschung. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 67–75.
- Lagerberg, Dagmar (1975). »Kontext och funktion«. Dissertation. Diss. Uppsala.
- Leibniz, Gottfried Wilhelm und Erich Hochstetter (1966). *Herrn von Leibniz Rechnung mit Null und Eins*. 2., durchges. Aufl. Berlin [u.a.]: Siemens Aktiengesellschaft.
- Leisen, Josef (2005). »Wechsel der Darstellungsformen. Ein Unterrichtsprinzip für alle Fächer«. In: *Der fremdsprachliche Unterricht Englisch* 78, S. 9–11. URL: <https://t1p.de/0xs9> (besucht am 29.01.2024).
- Linke, Thomas (Mai 2008). »Modellierung der Erzeugung dynamischer Webseiten in der Jahrgangsstufe 11«. Hausarbeit gemäß OVP. Hamm: Studienseminar für Lehrämter an Schulen – Seminar für das Lehramt für Gymnasien/Gesamtschulen. URL: <https://t1p.de/8prp> (besucht am 29.01.2024).
- Losch, Daniel (28. Nov. 2019). »Auf ein Wort ...« – Überlegungen zur Kohärenz informatischer und klassisch-philologischer Bildung. Vortrag im Forschungskolloquium der Klassischen Philologie. Wuppertal. URL: <https://uni-w.de/1xy> (besucht am 29.01.2024).
- (Okt. 2019–Feb. 2020). *Projektseminar zur Ringveranstaltung »Informatik im Alltag«*. Wuppertal. URL: <https://git.uni-wuppertal.de/ddi/lehre/wise-2019/iia-pjs> (besucht am 29.01.2024).
- (Okt. 2020–Feb. 2021). *Projektseminar zur Ringveranstaltung »Informatik im Alltag«*. Wuppertal. URL: <https://git.uni-wuppertal.de/ddi/lehre/wise-2020/iia-pjs> (besucht am 29.01.2024).
- (4. Juni 2020). »Saltemus! Lasset uns tanzen! – Choreographien als Gegenstand informatischer Bildung«. In: *Mobil mit Informatik – 9. Münsteraner Workshop zur Schulinformatik*, S. 81–90. URL: <https://uni-w.de/5yysu> (besucht am 29.01.2024).
- (Okt. 2021–Feb. 2022). *Projektseminar zur Ringveranstaltung »Informatik im Alltag«*. Wuppertal. URL: <https://git.uni-wuppertal.de/ddi/lehre/wise-2021/iia-pjs> (besucht am 29.01.2024).

- Losch, Daniel und Bardo Herzig (2023). »Informatische Bildung über medienpädagogische Zugänge für die Lehrkräftebildung gestalten«. In: *INFOS 2023 – Informatikunterricht zwischen Aktualität und Zeitlosigkeit*. Bonn: Gesellschaft für Informatik e. V., S. 207–210. DOI: 10.18420/infos2023-019.
- Losch, Daniel und Ludger Humbert (1. Feb. 2019). »Informatische Bildung für alle Lehramtsstudierenden – Reformprozess einer allgemeinbildenden Informatikveranstaltung in der universitären Lehrerbildung«. In: *Informatik für alle, INFOS 2019, 18. GI-Fachtagung Informatik und Schule, 16.–18. September 2019, Dortmund, Germany*. Hrsg. von Arno Pasternak. Bd. P288. Lecture Notes in Informatics (LNI)-Proceedings. Bonn: Gesellschaft für Informatik e. V. (GI), S. 119–128. DOI: 10.18420/infos2019-b8.
- (Jan. 2021). »Durchblicken statt Runklicken – Informatische Bildung für alle«. In: *Forschungsmagazin BUW.OUTPUT 24*. Hrsg. von Bergische Universität Wuppertal, S. 18–23. DOI: 10.25926/7qdf-ew62. (Besucht am 29. 01. 2024).
- Losch, Daniel, Ludger Humbert, Norbert Eicker u. a. (Okt. 2020–Feb. 2021). *Informatik im Alltag – Durchblicken statt Runklicken*. Ringveranstaltung. Wuppertal. URL: <https://git.uni-wuppertal.de/ddi/lehre/wise-2020/iia-v1> (besucht am 29. 01. 2024).
- (Okt. 2021–Feb. 2022). *Informatik im Alltag – Durchblicken statt Runklicken*. Ringveranstaltung. Wuppertal. URL: <https://git.uni-wuppertal.de/ddi/lehre/wise-2021/iia-v1> (besucht am 29. 01. 2024).
- (Okt. 2022–Feb. 2023). *Informatik im Alltag – Durchblicken statt Runklicken*. Ringveranstaltung. Wuppertal. URL: <https://git.uni-wuppertal.de/ddi/lehre/wise-2022/iia-v1> (besucht am 29. 01. 2024).
- Losch, Daniel, Ludger Humbert, Stephanie Friedhoff u. a. (Okt. 2018–Jan. 2019). *Informatik im Alltag – Durchblicken statt Runklicken*. Ringveranstaltung. Wuppertal. URL: <https://git.uni-wuppertal.de/ddi/lehre/wise-2018/iia-v1> (besucht am 29. 01. 2024).
- Losch, Daniel, Ludger Humbert, Dimitrios Savvidis u. a. (Okt. 2019–Jan. 2020). *Informatik im Alltag – Durchblicken statt Runklicken*. Ringveranstaltung. Wuppertal. URL: <https://git.uni-wuppertal.de/ddi/lehre/wise-2019/iia-v1> (besucht am 29. 01. 2024).
- Losch, Daniel und Simone Opel (3.–4. Nov. 2022). *NaKoDI 2022 – Nachwuchskonferenz Didaktik der Informatik*. Book of Abstracts. GI-Fachgruppe Didaktik der Informatik. Morshach.
- Losch, Daniel und Konstantin Schultz (12. Apr. 2022). *Informatische Literalität in der altsprachlichen Lehrkräftebildung am Beispiel maschineller Sprachverarbeitung*. Arbeitskreis auf dem Bundeskongress des Deutschen Altphilologenverbandes. Würzburg. URL: <https://uni-w.de/fhame> (besucht am 29. 01. 2024).
- Magenheim, Johannes und Carsten Schulte (2006). »Social, ethical and technical issues in informatics—An integrated approach«. In: *Education and Information Technologies* 11.3-4, S. 319–339. DOI: 10.1007/s10639-006-9012-6.
- Malinowski, Bronislaw (1969). »The problem of meaning in primitive languages«. In: *The meaning of meaning – A study of the influence of language upon thought and of the science of symbolism*. Hrsg. von Charles K. Ogden und Ivor A. Richards. 10. Aufl. (1. Aufl.: 1923). London: Routledge & Kegan Paul Ltd.

- Marschall, René (Sep. 1999). »Ein (vorläufiges) Konzept für die informatische Grundbildung von Lehramtsstudierenden«. In: *Informatik und Schule – Fachspezifische und fachübergreifende didaktische Konzepte*. Hrsg. von Andreas Schwill. Informatik aktuell. Berlin: Springer, S. 130–139.
- Maschke, Sabine (2013). *Habitus unter Spannung – Bildungsmomente im Übergang: Eine Interview- und Fotoanalyse mit Lehramtsstudierenden*. Edition Erziehungswissenschaft. Weinheim: Beltz Verlagsgruppe.
- Mayring, Philipp (1999). *Einführung in die qualitative Sozialforschung*. 4. München: Psychologie Verlags Union.
- McLuhan, Herbert Marshall (1964). *Understanding Media: The Extensions of Man*. dt. Ausgabe McLuhan 1992 – Neuauflage: McLuhan 1994.
- McLuhan, Herbert Marshall (1992). *Die magischen Kanäle. »Understanding Media«*. dt. Ausgabe von McLuhan 1964. Düsseldorf u. a.: Econ.
- (1994). *Understanding Media: The Extensions of Man*. new edition of ebd. Cambridge: McGraw-Hill (MIT Press).
- Menzel, Klaus (1984). »Allgemeinbildung im Umgang mit dem Computer – Projekte und Ansätze Baden-Württemberg«. In: *Informatik als Herausforderung an Schule und Ausbildung*. Hrsg. von Wolfgang Arlt und Klaus Haefner. Informatik-Fachberichte 90. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 323–326.
- Mishra, Punya und Matthew J. Koehler (2006). »Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge«. In: *Teachers College Record* 108.6, S. 1017–1054. DOI: 10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x.
- Mittelstraß, Jürgen (Juni 2005). »Methodische Transdisziplinarität«. In: *Technikfolgenabschätzung Theorie und Praxis* 14.2, S. 18–23. URL: <https://t1p.de/jj31> (besucht am 29.01.2024).
- Mladenović, Monika, Ivica Boljat und Žana Žanko (2017). »Comparing loops misconceptions in block-based and text-based programming languages at the K-12 level«. In: *Education and Information Technologies* 23.4, S. 1483–1500. DOI: 10.1007/s10639-017-9673-3.
- Mössenböck, Hans-Peter (1992). *Objektorientierte Programmierung in Oberon-2*. 1. Aufl. Berlin: Springer.
- MSB-NW, Hrsg. (Juli 2017). *Informatik an Grundschulen – Ziele. Pilotprojekt zur Erprobung von Konzepten zur informatischen Bildung im Rahmen des Sachunterrichts an Grundschulen*. MSB-NW – Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen. URL: <https://t1p.de/pods> (besucht am 29.01.2024).
- Hrsg. (20. Aug. 2018). *Medienkompetenzrahmen NRW*. MSB-NW – Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen. Münster, Düsseldorf. URL: <https://t1p.de/rqyh> (besucht am 29.01.2024).
- Hrsg. (11. Feb. 2020). *Lehrkräfte in der digitalisierten Welt – Orientierungsrahmen für die Lehrerbildung und Lehrerfortbildung in NRW*. MSB-NW – Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen. Münster, Düsseldorf. URL: <https://t1p.de/r6rg> (besucht am 29.01.2024).
- Mulder, Fred und Tom J. van Weert (2000). *IFIP/UNESCO Informatics Curriculum Framework 2000 – Building effective higher Education Informatics Curricula in a Situation of Change*. IFIP/WG3.2, ICF-2000. Paris: UNESCO. URL: <https://t1p.de/yw0z> (besucht am 29.01.2024).

- (Dez. 2001). »Informatics curriculum framework 2000 for higher education«. In: *ACM SIGCSE Bulletin*, S. 151–157. DOI: 10.1145/572139.572177.
- Nake, Frieder (Dez. 2001). »Das algorithmische Zeichen«. In: *Informatik 2001*. Hrsg. von W. Bauknecht, W. Brauer und T. Mück. Bd. II. Tagungsband der GI/OCG Jahrestagung 2001, S. 736–742.
- Naur, Peter (März 1966). »Plan for et kursus i datalogi og datamatik«. In: URL: <https://t1p.de/h87p3> (besucht am 29.01.2024).
- (1967). *Datamaskinerne og samfundet (Computers and society)*. Bd. 85. Søndagsuniversitetet. Munksgaards Forlag.
- Nora, Simon und Alain Minc (Jan. 1978). *L'informatisation de la Société. Rapport à M. le Président de la République*. Paris: La Documentation française. URL: <https://t1p.de/ynr3l> (besucht am 29.01.2024).
- (1979). *Die Informatisierung der Gesellschaft*. Veröffentlichungen der Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung. Übersetzung von (Nora und Minc 1978). Frankfurt a. M.: Campus Verlag.
- Pampel, Barbara (2024). *Pixel, Byte & Co.: Informatik-Grundlagen für das Lehren mit digitalen Medien*. Seminar. Konstanz. URL: <https://t1p.de/5b6sr> (besucht am 29.01.2024).
- Pasternak, Arno (8. Aug. 2013). »Fach- und bildungswissenschaftliche Grundlagen für den Informatikunterricht in der Sekundarstufe I«. Dissertation, Dr. rer.nat. Münster: Fachbereich Mathematik und Informatik, Westfälische Wilhelms-Universität. URL: <https://t1p.de/kulk> (besucht am 29.01.2024).
- Hrsg. (Sep. 2019). *Informatik für alle, INFOS 2019, 18. GI-Fachtagung Informatik und Schule, 16.–18. September 2019, Dortmund, Germany*. Bd. P288. Lecture Notes in Informatics (LNI)-Proceedings. Bonn: Gesellschaft für Informatik e. V. (GI).
- Peirce, Charles Sanders (1983). *Phänomen und Logik der Zeichen*. Hrsg. von Helmut Pape. 1. Aufl. Suhrkamp-Taschenbuch Wissenschaft, Teil 425. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Pieper, Johannes u. a. (Juli 2014). *schule—Support for teachers at German schools*. URL: <https://ctan.org/pkg/schule> (besucht am 29.01.2024).
- Puhlmann, Hermann (2003). »Informatische Literalität nach dem PISA-Muster«. In: *Informatik und Schule – Informatische Fachkonzepte im Unterricht INFOS 2003 – 10. GI-Fachtagung 17.–19. September 2003, München*. Hrsg. von Peter Hubwieser. GI-Edition – Lecture Notes in Informatics – Proceedings P 32. Bonn: Gesellschaft für Informatik e. V., Köllen Druck + Verlag GmbH, S. 135–144. URL: <https://t1p.de/ial0> (besucht am 29.01.2024).
- Rieger-Ladich, Markus (2005). »Weder Determinismus, noch Fatalismus: Pierre Bourdieus Habitustheorie im Licht neuerer Arbeiten«. In: *Zeitschrift für Soziologie der Erziehung und Sozialisation* 25.3, S. 281–296.
- Röhner, Gerhard u. a. (9. Apr. 2020). *Gemeinsamer Referenzrahmen Informatik (GeRRI) – Mindeststandards für die auf Informatik bezogene Bildung. Empfehlungen des MNU – Verband zur Förderung des MINT-Unterrichts und Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik e. V. (GI)*. URL: <https://t1p.de/gerri2020> (besucht am 29.01.2024).
- Romeike, Ralf (2008). »What's My Challenge? The Forgotten Part of Problem Solving in Computer Science Education«. In: *Informatics Education—Supporting Computational Thinking*. Hrsg. von Roland T. Mittermeir und Maciej M. Sysło. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 122–133. DOI: 10.1007/978-3-540-69924-8_11.

- Ropohl, Günter (2009). *Allgemeine Technologie: eine Systemtheorie der Technik*. 3. Aufl. Karlsruhe: KIT Scientific Publishing. URL: <https://t1p.de/moqu8>.
- Rumann, Stefan und Charlyn Lipke, Hrsg. (2024). *ComeMINT-Netzwerk*. URL: <https://t1p.de/1c53g> (besucht am 29. 01. 2024).
- Rumm, Philipp (28. Jan. 2020). »Lebensweltliche Phänomene aus informatischer Perspektive – Erhebung des Kompetenzzuwachses der Teilnehmenden einer allgemeinbildenden Informatiklehrveranstaltung«. PDF: <https://uni-w.de/5i9h->. Masterthesis. Wuppertal: Fachgebiet Didaktik der Informatik – Bergische Universität. URL: <https://uni-w.de/130> (besucht am 29. 01. 2024).
- Sahle, Patrick (2013). *Digitale Editionsformen, 3: Textbegriffe und Recodierung*. Schriften des Instituts für Dokumentologie und Editorik; Digitale Editionsformen. Norderstedt: BoD.
- Schelhowe, Heidi (Jan. 1997). »Das Medium aus der Maschine. Zur Metamorphose des Computers«. Diss. Frankfurt/Main.
- (2007). *Technologie, Imagination und Lernen. Grundlagen für Bildungsprozesse mit Digitalen Medien*. Münster: Waxmann.
- Schiewe, Jürgen (2016). »Zur Einführung: Sprache, Sprachgebrauch und Angemessenheit«. In: *Angemessenheit – Einsichten in Sprachgebräuche*. Hrsg. von Jürgen Schiewe. Göttingen: Wallstein Verlag, S. 7–23.
- Schmitz, Denise (Nov. 2022a). *Informatische Anknüpfungspunkte im Alltag von Lehrkräften – Abstract*. Book of Abstracts. GI-Fachgruppe Didaktik der Informatik. Morschach. URL: <https://uni-w.de/8kxfr> (besucht am 29. 01. 2024).
- (Nov. 2022b). *Informatische Anknüpfungspunkte im Alltag von Lehrkräften – Poster*. Book of Abstracts. GI-Fachgruppe Didaktik der Informatik. Morschach. URL: <https://uni-w.de/nigfv> (besucht am 29. 01. 2024).
- Scholl, Daniel und Wilfried Plöger (2020). »Unterricht als Gegenstand der Lehrerinnen- und Lehrerbildung«. In: Cramer, Colin u. a. *Handbuch Lehrerinnen- und Lehrerbildung*. utb ; 5473 : Professionsforschung. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 21–30.
- Schubert, Sigrid, Hrsg. (1995). *Innovative Konzepte für die Ausbildung*. Informatik aktuell. Berlin, Heidelberg: Springer.
- (1997). »Informatik – Fachkompetenz durch Bildung«. In: *Informatik '97 – Informatik als Innovationsmotor*. Hrsg. von Matthias Jarke, Klaus Pasedach und Klaus Pohl. Informatik aktuell. Berlin: Springer, S. 19–26.
- Schubert, Sigrid und Andreas Schwill (2011). *Didaktik der Informatik*. Bd. 2. Aufl. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Schulte, Carsten und Teresa Busjahn (2010). »Das Blockmodell als Hilfsmittel zur fachdidaktischen Analyse von Quelltexten«. In: *Informatik und Kultur – 4. Münsteraner Workshop zur Schulinformatik*. Hrsg. von Marco Thomas und Michael Weigend. ZfL – Zentrum für Lehrerbildung an der WWU. Münster: ZfL-Verlag, S. 11–20. URL: <https://t1p.de/itjf> (besucht am 18. 01. 2024).
- Schulz-Zander, Renate u. a. (1993). »Veränderte Sichtweisen für den Informatikunterricht. GI-Empfehlungen für das Fach Informatik in der Sekundarstufe II allgemeinbildender Schulen«. In: *Informatik als Schlüssel zur Qualifikation*. Hrsg. von Klaus G. Troitzsch. Informatik aktuell. Gesellschaft für Informatik e. V. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 205–218. URL: <https://t1p.de/0t7v9> (besucht am 29. 01. 2024).
- Schwarz, Richard (23. Nov. 2020). *Informatikunterricht in den Bundesländern im Jahr 2020*. URL: <https://t1p.de/1s47> (besucht am 29. 01. 2024).

- Schwill, Andreas (1993). »Fundamentale Ideen der Informatik«. In: ZDM 25.1. ZDM – Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, S. 20–31. URL: <http://t1p.de/ysq7> (besucht am 29.01.2024).
- Seegerer, Stefan (2021). »Informatik für alle – Beitrag und exemplarische Ausgestaltung informatischer Bildung als Grundlage für Bildung in der digitalen Transformation«. Diss. DOI: 10.17169/refubium-31431.
- Seegerer, Stefan, Tilman Michaeli und Ralf Romeike (Sep. 2021). »Informatische Grundlagen in der allgemeinen Lehrkräftebildung«. In: *Informatik – Bildung von Lehrkräften in allen Phasen. 19. GI-Fachtagung Informatik und Schule (INFOS 2021)* (8.–10. Sep. 2021). Hrsg. von Ludger Humbert. Bd. p313. LNI – Lecture Notes in Informatics. Wuppertal: Gesellschaft für Informatik e. V., S. 153–162. DOI: 10.18420/infos2021_f225. URL: <https://t1p.de/LNI-INFOS-21> (besucht am 29.01.2024).
- Seegerer, Stefan und Ralf Romeike (2018). »Was jeder über Informatik lernen sollte – Eine Analyse von Hochschulkursen für Studierende anderer Fachrichtungen«. In: *Hochschuldidaktik der Informatik HDI 2018 – 8. Fachtagung des GI-Fachbereichs Informatik und Ausbildung/Didaktik der Informatik*. Hrsg. von Nadine Bergner u. a. Bd. 8. Commentarii informaticae didacticae (CID). Potsdam: Universitäts-Verlag Potsdam, S. 15–28. URL: <https://t1p.de/k8cu> (besucht am 29.01.2024).
- Sekretariat der KMK (12. Juni 2014). *Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004 i. d. F. vom 16.05.2019*. KMK – Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. URL: <https://t1p.de/v5n7> (besucht am 29.01.2024).
- (16. Mai 2019). *Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaft und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung – Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.10.2008 i. d. F. vom 16.05.2019*. KMK – Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. URL: <https://t1p.de/s3g7> (besucht am 29.01.2024).
- Shu, N. C. (Nov. 1989). »Visual Programming: Perspectives and Approaches«. In: *IBM Systems Journal* 28.4, S. 525–547.
- Shulman, Lee S. (1987). »Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform.« In: *Harvard Educational Review* 57.1, S. 1–22.
- Siebrecht, Daniel (21. Feb. 2014). »Informatik in Bewegung – Untersuchung zur fachdidaktischen Eignung der Kategorie Bewegung für den Informatikunterricht«. PDF: <https://uni-w.de/163>. Bachelorthesis. Wuppertal: Fachgebiet Didaktik der Informatik – Bergische Universität. URL: <https://uni-w.de/130> (besucht am 29.01.2024).
- (3. Sep. 2015). »Einführung algorithmischer Elemente unter kinetographischen Aspekten«. PDF: <https://uni-w.de/14u>. Masterthesis. Wuppertal: Fachgebiet Didaktik der Informatik – Bergische Universität. URL: <https://uni-w.de/130> (besucht am 29.01.2024).
- (6. Feb. 2018a). *Informatikunterricht ist Sprachunterricht – zwischen Fachgegenstand und Medium*. Nachwuchsworkshop – Sprache im Unterricht. Köln. URL: <https://uni-w.de/hg400> (besucht am 29.01.2024).
- (18. Mai 2018b). »Textsorten im Informatikunterricht – Ideen einer Kategorisierung zwischen Medium und Lerngegenstand«. In: *Informatik und Medien – 8. Münsteraner Workshop zur Schulinformatik*. Vortrag auf dem 8. Münsteraner Workshop zur Schulinformatik am 18. Mai 2018, S. 88–97. DOI: 10.25926/28gv-1q74.

- Siebrecht, Daniel (7. Juni 2018c). *Vom Knochen zum Quelltext – Darstellungsformen in ihrer historischen Entwicklung aus informatischer Perspektive*. URL: <https://uni-w.de/11y> (besucht am 29. 01. 2024).
- Siefkes, Dirk und Arno Rolf (1992). »Wozu Grundlagen?« In: *Sichtweisen der Informatik*. Hrsg. von Reinhard Stransfeld, S. 13–15.
- Sindre, Guttorm u. a. (21. Mai 2018). »Project-Based Learning in IT Education: Definitions and Qualities«. In: *Uniped*. DOI: 10.18261/ISSN.1893-8981-2018-02-06. URL: <https://t1p.de/bla5> (besucht am 29. 01. 2024).
- Snow, Charles Percy (1959). *The two cultures*. Reissue–September 1993. London: Cambridge Univ. Press.
- Stalder, Felix (2016). *Kultur der Digitalität*. Berlin: Suhrkamp.
- Stechert, Peer (Juni 2009). »Fachdidaktische Diskussion von Informatiksystemen und der Kompetenzentwicklung im Informatikunterricht«. Dissertation. Universität Siegen, Didaktik der Informatik und E-Learning. URL: <https://t1p.de/1qoq> (besucht am 29. 01. 2024).
- Sveinsdottir, Edda und Erik Frøkjær (1988). »Datalogy — The copenhagen tradition of computer science«. In: *BIT Numerical Mathematics* 28.3, S. 450–472. DOI: 10.1007/BF01941128. URL: <http://dx.doi.org/10.1007/BF01941128>.
- SWK (19. Sep. 2022). *Digitalisierung im Bildungssystem: Handlungsempfehlungen von der Kita bis zur Hochschule. Gutachten der Ständigen Wissenschaftlichen Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK)*. URL: <https://t1p.de/axv4y> (besucht am 15. 02. 2024).
- Tantau, Till (Sep. 2021). »Informatik fürs Leben lernen«. In: *Informatik – Bildung von Lehrkräften in allen Phasen. 19. GI-Fachtagung Informatik und Schule (INFOS 2021)* (8.–10. Sep. 2021). Hrsg. von Ludger Humbert. Bd. p313. LNI – Lecture Notes in Informatics. Wuppertal: Gesellschaft für Informatik e. V., S. 25–38. DOI: 10.18420/infos2021_h292. URL: <https://t1p.de/LNI-INFOS-21> (besucht am 29. 01. 2024).
- The Document Foundation (2023). *LibreOffice*. Berlin. URL: <https://www.libreoffice.org/> (besucht am 29. 01. 2024).
- Thomas, Marco (Juli 2002). »Informatische Modellbildung – Modellieren von Modellen als ein zentrales Element der Informatik für den allgemeinbildenden Schulunterricht«. Dissertation. Universität Potsdam, Didaktik der Informatik. URL: <https://t1p.de/6v11x> (besucht am 29. 01. 2024).
- Tulodziecki, Gerhard, Bardo Herzig und Silke Grafe (2021). *Medienbildung in Schule und Unterricht: Grundlagen und Beispiele. 3., überarbeitete Aufl.* Stuttgart: utb GmbH. DOI: 10.36198/9783838557465.
- Turing, Alan Mathison (28. Mai 1936). »On computable numbers, with an application to the Entscheidungsproblem«. In: *Proc. Lond. Math. Soc.* 2.42. Wiederabdruck in Dotzler, Bernhard J. (Hrsg.): Intelligence Service. Berlin: Brinkmann & Bose, 1987 – inkl. Korrektur aus: *Proc. London Math. Soc.*, Ser. 2, Vol. 43., No. 2198, S. 230–265. URL: <https://t1p.de/8x8z8> (besucht am 29. 01. 2024).
- UDLL, Hrsg. (März 2017). *A Best Practice Guideline*. UDLL – Universal Design—License to Learn. Irland. URL: <https://t1p.de/9ys4> (besucht am 29. 01. 2024).
- Vollmar, Roland (Mai 2000). *Von Zielen und Grenzen der Informatik*. URL: <https://t1p.de/4litb> (besucht am 29. 01. 2024).

- Voß, Siglinde (Juni 2006). »Modellierung von Standardsoftwaresystemen aus didaktischer Sicht«. Dissertation. München: Technische Universität – Institut für Informatik. URL: <https://t1p.de/jxa4> (besucht am 29.01.2024).
- Vygotskij, Lev Semënovič (1934). *Denken und Sprechen. Psychologische Untersuchungen*. Hrsg. von Joachim Lompscher und Georg Rückriem. Taschenbuch Psychologie 125. 2002 auf Deutsch – Nachwort von Alexandre Métraux. Beltz.
- Wanke, Ilona und Peter Gorny (1984). »Kontaktstudienangebot ›Informatische Grundkenntnisse‹ für Lehrer«. In: *Informatik als Herausforderung an Schule und Ausbildung*. Hrsg. von Wolfgang Arlt und Klaus Haefner. Informatik-Fachberichte 90. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 257–264.
- Weintrop, David (Sep. 2016). »Modality Matters: Understanding the Effects of Programming Language Representation in High School Computer Science Classrooms«. Dissertation for the degree Doctor of Philosophy — Field of Learning Sciences. Dissertation. Evanston, Illinois: Northwestern University. URL: <https://t1p.de/hfzg> (besucht am 29.01.2024).
- Weintrop, David und Uri Wilensky (2015). »To Block or Not to Block, That is the Question: Students' Perceptions of Blocks-Based Programming«. In: *Proceedings of the 14th International Conference on Interaction Design and Children*. IDC '15. Boston, Massachusetts: Association for Computing Machinery, S. 199–208. DOI: 10.1145/2771839.2771860.
- (Dez. 2017). »Comparing Block-Based and Text-Based Programming in High School Computer Science Classrooms«. In: *ACM Transactions on Computing Education* 18.3. DOI: 10.1145/3089799.
- Weise (né Reinertz), Martin und Ludger Humbert (2013). »44 Informatik. Auf dem Weg zu bilingualem Informatikunterricht«. In: *Handbuch Bilingualer Unterricht. Content and annotate Integrated Learning*. Hrsg. von Wolfgang Hallet und Frank G. Königs. Seelze: Kallmeyer, Friedrich Verlag, S. 314–324.
- Whitehead, Alfred North (1962). »Die Gegenstände des mathematischen Unterrichts«. In: *Neue Sammlung* 2/3. Original: The Mathematical Curriculum, 1913 – übersetzt von Alexander Israel Wittenberg, S. 257–266.
- Wikipedia (2023). *Digital Humanities*. URL: https://de.wikipedia.org/wiki/Digital_Humanities (besucht am 29.01.2024).
- Wissenschaftsrat (23. Okt. 2020). *Perspektiven der Informatik in Deutschland*. Techn. Ber. Drs. 8675-20. URL: <https://t1p.de/x43v> (besucht am 15.02.2024).
- Witten, Helmut (2003). »Allgemeinbildender Informatikunterricht? Ein neuer Blick auf H. W. Heymanns Aufgaben allgemeinbildender Schulen«. In: *Informatik und Schule – Informatische Fachkonzepte im Unterricht INFOS 2003 – 10. GI-Fachtagung 17.–19. September 2003, München*. Hrsg. von Peter Hubwieser. GI-Edition – Lecture Notes in Informatics – Proceedings P 32. Bonn: Gesellschaft für Informatik e. V., Köllen Druck + Verlag GmbH, S. 59–75. URL: <https://t1p.de/e85y> (besucht am 18.09.2023).
- Züllighoven, Heinz (1992). »Umgang mit Software oder Software als Werkzeug und Material«. In: *Sichtweisen der Informatik*. Hrsg. von Wolfgang Coy u. a. Theorie der Informatik. Braunschweig: Vieweg Verlag, S. 141–155.

Stichwortverzeichnis

ACM, 6, 7
 Allgemeinbildung, 17, 18, 25–27, 29, 30, 127, 131, 133
 Angemessenheit, 4, 13, 50, 70, 158, 161–169, 171–175, 180, 184, 196
 Archetyp, 47, 173, 174, 181, 193
 Bildungstheorie, 192, 198
 BSCW, 97, 142
 BYOD, 136, 142
 CEPIS, 5, 6
 CSS, 137, 138, 141, 166, 183
 CSTA, 7
 Darstellungsform, 2–4, 11–13, 46, 50, 51, 53–58, 60, 62, 65, 66, 70–74, 76, 77, 80, 82, 83, 87, 88, 144, 146, 149, 158, 161, 165–177, 180–182, 184, 185, 192, 193, 195–198
 Daten, 7, 10, 19–22, 27–29, 36, 39, 41–43, 49, 50, 52, 56, 57, 62, 65–67, 69, 70, 73, 78, 80, 82, 90, 97, 100, 104–109, 111, 114, 116, 120, 121, 125–130, 132, 133, 136, 142, 144, 152, 153, 169, 176, 181, 187, 194
 DIGCOMP, 6, 7
 DIGCOMP Edu, 7
 Dokument, 10, 13, 26, 39–41, 50, 51, 53–58, 62, 64, 68, 73, 76, 77, 80–82, 88, 96, 98, 100, 103, 111, 112, 142, 144–149, 152–158, 161–163, 165, 167–170, 172–176, 180–183, 185, 192, 193, 195–197
 enaktiv, 2, 60, 62, 70, 71, 82, 118, 138, 170, 171, 192, 196
 fundamentale Ideen, 25, 30, 60, 70, 71, 111, 188
 Gender, 106
 GER, 7
 GI, 8–10, 31, 39, 51, 93, 113, 169, 170, 186, 196
 GUI, 155, 173, 184, 188
 HTML, 137, 141, 153, 166, 175, 183
 ICILS, 5
 IFIP, 6
 ikonisch, 2, 3, 46, 60, 62, 72, 76, 78, 82, 137, 170, 171, 192, 196
 Informatiksystem, 110
 Informatikdidaktik, 11, 13, 25, 27, 30, 31, 35, 51, 56, 73, 83, 113, 162, 165–167, 171, 197, 198
 Informatiksystem, 1–3, 5, 7, 19–22, 24, 26, 28, 30, 36–43, 45, 47–53, 55, 57–60, 62, 66, 69–71, 74, 77, 79–82, 92, 96, 97, 104, 105, 107, 110–115, 117, 128, 129, 135, 138, 140, 142, 148, 150–152, 157, 158, 168, 169, 172–176, 180, 181, 183, 192–194, 196–198
 Information, 5, 6, 9, 19–23, 27–30, 33, 42, 44, 53, 56, 73, 77, 78, 81, 114, 128, 129, 169, 181, 192, 193, 198
 informatische Bildung, 4, 5, 13, 17–19, 27, 29, 32, 37, 38, 52, 53, 112, 113, 141, 158, 162, 163, 171, 181–183, 186, 192, 194, 197
 informatische Modellierung, 22, 30, 45, 46, 55, 62, 71, 77, 83, 104, 111, 112, 130, 133, 142, 144, 148, 149, 153, 155, 156, 158, 162, 165, 168, 174, 182, 183, 195–197
 IUPAC, 108
 KMK, 4, 8, 9, 39, 113

- KoLBi, 10, 103
- Lehrkräftebildung, III, 3–5, 7, 9–12, 17–19, 23, 24, 26, 28, 29, 32, 33, 35, 37, 52–55, 72, 87, 111, 112, 138, 141, 151, 158, 161, 162, 165, 166, 168–171, 179–182, 184, 187, 191, 192, 194, 196–198
- Literalität, 1, 3–5, 11, 35, 43–45, 49, 54, 55, 65, 72, 87, 88, 90, 103, 104, 126, 135, 148, 161, 166, 167, 172, 174, 180, 181, 183, 187, 192, 196–198
- Medienbildung, 4, 8, 19, 28, 32, 33, 37–42, 52, 53, 112, 113, 182, 192
- Mediendidaktik, 32, 33, 39, 40, 180
- Medienerziehung, 8, 32, 36, 52, 180
- Medienpädagogik, 12, 28, 31, 32, 35, 37, 38, 44, 113, 192
- MINT, 7, 152, 156
- OECD, 27
- Pflichtfach, 27
- Pragmalinguistik, 13, 163–165, 167, 196
- Problem, 1, 7, 27, 29, 33, 39, 40, 42, 47, 56, 58, 59, 62, 63, 66, 68–71, 73, 75, 77, 79, 81, 82, 100, 105, 115, 126, 135, 136, 141, 142, 144, 148, 155, 158, 163–165, 167, 168, 171, 173, 181, 183, 186, 193, 195
- projektorientiert, 5, 13, 88, 89, 95–98, 103, 110, 124, 125, 130, 132, 133, 135–138, 140, 144, 146, 152, 154, 155, 157, 158, 172, 173, 181, 184–186, 194–196
- Projektorientierung, 95, 96, 98, 125, 135, 137, 158, 184, 195
- Projektseminar, 96–99, 116, 117, 137, 141–146, 148–152, 155, 158, 174, 177, 180, 182–188, 195
- Qualitative Inhaltsanalyse, 97, 146, 158
- Quelltext, 11, 13, 48, 53, 55–60, 62, 64, 65, 70, 71, 73–83, 96, 142, 149, 152, 157, 162, 165, 167–169, 171, 173–176, 180, 181, 183, 187, 188, 192, 193, 195–197
- Ringveranstaltung, 9, 10, 115, 129, 186
- Schrift, 13, 19, 24, 32, 42–50, 52–54, 65, 67, 69, 70, 74, 88, 95, 112, 153, 161, 172, 174, 175, 180, 192
- Schüler*innen, 9, 36, 39, 41, 82, 113, 168, 171, 172
- SWK, 4
- Symbol, 1, 2, 21, 43, 45, 66, 68, 69, 72–77, 79
- symbolisch, 1, 2, 38, 49, 59, 60, 66–71, 74–76, 82, 170, 172, 180, 184, 192, 193
- Technik, 35, 47, 68, 97
- Textlinguistik, 11, 56, 73, 83
- textuell, 2, 4, 13, 46, 50, 51, 53–58, 60, 62, 65, 70, 71, 73–78, 80–82, 87, 88, 96, 137, 138, 143, 144, 146, 149, 157, 158, 161, 165–177, 180–184, 188, 192, 193, 195–197
- Turingmaschine, 1, 22, 38, 43–48, 60, 69, 74, 180, 193
- UNESCO, 6
- USA, 7
- Wahlpflicht, 8, 106, 138
- WAM, 38
- Wissenschaft, 4, 6, 12, 17–25, 28, 29, 33, 35, 44, 46, 70, 93, 94, 104, 107, 115, 125, 136, 150, 152, 168, 181, 185, 192, 194
- WYSIWYG, 156, 172–175, 196, 197
- XML, 80, 173, 175, 176, 183, 195, 197

Appendix

Appendix A.

Pre/Post-Befragungen zum Lehrformat

A.1. 2017 – pre

Befragung: Informatik im Alltag

Der Fragebogen wird maschinell erfasst. Bitte mit Kugelschreiber wie folgt ausfüllen:

- Mehrfachauswahl (alle zutreffenden Optionen auswählen)
 Ausgewählt
 Auswahl zurücknehmen
 Einzelauswahl (nur eine Option auswählen)
 Ausgewählt
 Auswahl zurücknehmen

Anonymisierte Kennung

Da Sie ggf. zu einem späteren Zeitpunkt der Veranstaltung erneut befragt werden, erzeugen Sie bitte (unter 1.1) eine anonymisierte Kennung gemäß folgendem Muster:

1. die *ersten zwei Buchstaben* des Vornamens Ihrer Mutter
2. den *Tag (zweistellig)* Ihres eigenen Geburtstags
3. der *zweite und dritte Buchstabe* Ihrer Geburtsstadt

Beispiel:

1. Barbara → BA
 2. 14.02.1994 → 14
 3. Leverkusen → EV
- Kennung: BA14EV

1 Person

1.1 Bitte geben Sie Ihre anonymisierte Kennung (Anleitung: s.o.) an.

Kennung:

1.2 Bitte geben Sie Ihr Geschlecht an.

- weiblich
 männlich

1.3 Bitte kreuzen Sie an, in welchem Hochschulsesemester Sie sich *aktuell* befinden.

1 2-3 4-5 6-7 8-9 >10
 Hochschulsesemester:

Befragung: Informatik im Alltag

2 Erstes Fach

2.1 Bitte wählen Sie das Fach aus.

- | | | |
|--|---|--|
| Bautechnik <input type="checkbox"/> | Französisch <input type="checkbox"/> | Musik <input type="checkbox"/> |
| Biologie <input type="checkbox"/> | Germanistik <input type="checkbox"/> | Pädagogik <input type="checkbox"/> |
| Chemie <input type="checkbox"/> | Geschichte <input type="checkbox"/> | Physik <input type="checkbox"/> |
| Chemietechnik <input type="checkbox"/> | Geographie <input type="checkbox"/> | Philosophie <input type="checkbox"/> |
| Druck- und Medientechnik <input type="checkbox"/> | Informatik <input type="checkbox"/> | Sozialwissenschaften <input type="checkbox"/> |
| Elektrotechnik <input type="checkbox"/> | Katholische Theologie <input type="checkbox"/> | Sachunterricht <input type="checkbox"/> |
| Englisch <input type="checkbox"/> | Kunst <input type="checkbox"/> | Spanisch <input type="checkbox"/> |
| Evangelische Theologie <input type="checkbox"/> | Latein <input type="checkbox"/> | Sport <input type="checkbox"/> |
| Farbtechnik/Raumgestaltung/
Oberflächentechnik <input type="checkbox"/> | Maschinenbautechnik <input type="checkbox"/> | Wirtschaftswissenschaft <input type="checkbox"/> |
| | Mediendesign/Designertechnik <input type="checkbox"/> | |
| | Mathematik <input type="checkbox"/> | |

2.2 Bitte kreuzen Sie an, in welchem Fachsemester Sie sich diesem Fach *aktuell* befinden.

Fachsemester im ersten Fach: 1 2-3 4-5 6-7 8-9 >10

2.3 Liegt der Fachwissenschaft dieses Faches (oder auch nur einer Teildisziplin) ein objektives Regel- oder Normensystem zugrunde? Falls ja, beschreiben Sie kurz, worin dieses System besteht und ggf. um welche Teildisziplin es sich handelt.

2.4 Gibt es bestimmte Strukturen und/oder Modelle aus diesem Fach, die auf andere Fächer übertragbar sind? Falls ja, beschreiben Sie diese kurz.

Befragung: Informatik im Alltag

3 Zweites Fach

3.1 Bitte wählen Sie das Fach aus.

- | | | |
|--|---|--|
| Bautechnik <input type="checkbox"/> | Französisch <input type="checkbox"/> | Musik <input type="checkbox"/> |
| Biologie <input type="checkbox"/> | Germanistik <input type="checkbox"/> | Pädagogik <input type="checkbox"/> |
| Chemie <input type="checkbox"/> | Geschichte <input type="checkbox"/> | Physik <input type="checkbox"/> |
| Chemietechnik <input type="checkbox"/> | Geographie <input type="checkbox"/> | Philosophie <input type="checkbox"/> |
| Druck- und Medientechnik <input type="checkbox"/> | Informatik <input type="checkbox"/> | Sozialwissenschaften <input type="checkbox"/> |
| Elektrotechnik <input type="checkbox"/> | Katholische Theologie <input type="checkbox"/> | Sachunterricht <input type="checkbox"/> |
| Englisch <input type="checkbox"/> | Kunst <input type="checkbox"/> | Spanisch <input type="checkbox"/> |
| Evangelische Theologie <input type="checkbox"/> | Latein <input type="checkbox"/> | Sport <input type="checkbox"/> |
| Farbtechnik/Raumgestaltung/
Oberflächentechnik <input type="checkbox"/> | Maschinenbautechnik <input type="checkbox"/> | Wirtschaftswissenschaft <input type="checkbox"/> |
| | Mediendesign/Designertechnik <input type="checkbox"/> | |
| | Mathematik <input type="checkbox"/> | |

3.2 Bitte kreuzen Sie an, in welchem Fachsemester Sie sich diesem Fach *aktuell* befinden.

1 2-3 4-5 6-7 8-9 >10

Fachsemester im ersten Fach:

3.3 Liegt der Fachwissenschaft dieses Faches (oder auch nur einer Teildisziplin) ein objektives Regel- oder Normensystem zugrunde? Falls ja, beschreiben Sie kurz, worin dieses System besteht und ggf. um welche Teildisziplin es sich handelt.

3.4 Gibt es bestimmte Strukturen und/oder Modelle aus diesem Fach, die auf andere Fächer übertragbar sind? Falls ja, beschreiben Sie diese kurz.

Befragung: Informatik im Alltag

4 Drittes Fach

4.1 Bitte wählen Sie das Fach aus.

- | | | |
|--|---|--|
| Bautechnik <input type="checkbox"/> | Französisch <input type="checkbox"/> | Musik <input type="checkbox"/> |
| Biologie <input type="checkbox"/> | Germanistik <input type="checkbox"/> | Pädagogik <input type="checkbox"/> |
| Chemie <input type="checkbox"/> | Geschichte <input type="checkbox"/> | Physik <input type="checkbox"/> |
| Chemietechnik <input type="checkbox"/> | Geographie <input type="checkbox"/> | Philosophie <input type="checkbox"/> |
| Druck- und Medientechnik <input type="checkbox"/> | Informatik <input type="checkbox"/> | Sozialwissenschaften <input type="checkbox"/> |
| Elektrotechnik <input type="checkbox"/> | Katholische Theologie <input type="checkbox"/> | Sachunterricht <input type="checkbox"/> |
| Englisch <input type="checkbox"/> | Kunst <input type="checkbox"/> | Spanisch <input type="checkbox"/> |
| Evangelische Theologie <input type="checkbox"/> | Latein <input type="checkbox"/> | Sport <input type="checkbox"/> |
| Farbtechnik/Raumgestaltung/
Oberflächentechnik <input type="checkbox"/> | Maschinenbautechnik <input type="checkbox"/> | Wirtschaftswissenschaft <input type="checkbox"/> |
| | Mediendesign/Designertechnik <input type="checkbox"/> | |
| | Mathematik <input type="checkbox"/> | |

4.2 Bitte kreuzen Sie an, in welchem Fachsemester Sie sich diesem Fach *aktuell* befinden.

1 2-3 4-5 6-7 8-9 >10

Fachsemester im ersten Fach:

4.3 Liegt der Fachwissenschaft dieses Faches (oder auch nur einer Teildisziplin) ein objektives Regel- oder Normensystem zugrunde? Falls ja, beschreiben Sie kurz, worin dieses System besteht und ggf. um welche Teildisziplin es sich handelt.

4.4 Gibt es bestimmte Strukturen und/oder Modelle aus diesem Fach, die auf andere Fächer übertragbar sind? Falls ja, beschreiben Sie diese kurz.

A.2. 2017 – post

Daniel Siebrecht
Befragung: Informatik im Alltag

Der Fragebogen wird maschinell erfasst. Bitte mit Kugelschreiber oder nicht zu dickem Filzstift ausfüllen.

Ankreuzen: Bei Auswahlfeldern dürfen mehrere Antworten angekreuzt werden.

Korrigieren: Bei Bewertungsfragen (Skala 1–5) darf nur ein Kästchen angekreuzt werden.

Anonymisierte Kennung

Da Sie ggf. zu einem späteren Zeitpunkt der Veranstaltung erneut befragt werden, erzeugen Sie bitte (unter 1.1) eine anonymisierte Kennung gemäß folgendem Muster:

1. die *ersten zwei Buchstaben* des Vornamens Ihrer Mutter
2. den *Tag (zweistellig)* Ihres eigenen Geburtstags
3. der *zweite und dritte Buchstabe* Ihrer Geburtsstadt

Beispiel:

1. Barbara → BA
 2. 14.02.1994 → 14
 3. Leverkusen → EV
- Kennung: BA14EV

1 Person

1.1 Bitte geben Sie Ihre anonymisierte Kennung (Anleitung: s.o.) an.

Kennung:

1.2 Bitte geben Sie Ihr Geschlecht an.

weiblich

männlich

1.3 Bitte kreuzen Sie an, in welchem Hochschulsesemester Sie sich *aktuell* befinden.

1 2–3 4–5 6–7 8–9 >10

Hochschulsesemester:

Daniel Siebrecht
Befragung: Informatik im Alltag

2 Erstes Fach

2.1 Bitte wählen Sie das Fach aus.

- | | | | | | |
|-----------------------------|--------------------------|---|--------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Bautechnik | <input type="checkbox"/> | Farbtechnik/Raumgestaltung/
Oberflächentechnik | <input type="checkbox"/> | Mediendesign/Designtechnik | <input type="checkbox"/> |
| Biologie | <input type="checkbox"/> | Französisch | <input type="checkbox"/> | Mathematik | <input type="checkbox"/> |
| Chemie | <input type="checkbox"/> | Germanistik | <input type="checkbox"/> | Musik | <input type="checkbox"/> |
| Chemietechnik | <input type="checkbox"/> | Geschichte | <input type="checkbox"/> | Pädagogik | <input type="checkbox"/> |
| Druck- und
Medientechnik | <input type="checkbox"/> | Geographie | <input type="checkbox"/> | Physik | <input type="checkbox"/> |
| Elektrotechnik | <input type="checkbox"/> | Informatik | <input type="checkbox"/> | Philosophie | <input type="checkbox"/> |
| Englisch | <input type="checkbox"/> | Katholische Theologie | <input type="checkbox"/> | Sozialwissenschaften | <input type="checkbox"/> |
| Evangelische Theologie | <input type="checkbox"/> | Kunst | <input type="checkbox"/> | Sachunterricht | <input type="checkbox"/> |
| | | Latein | <input type="checkbox"/> | Spanisch | <input type="checkbox"/> |
| | | Maschinenbautechnik | <input type="checkbox"/> | Sport | <input type="checkbox"/> |
| | | | | Wirtschaftswissenschaft | <input type="checkbox"/> |

2.2 Bitte kreuzen Sie an, in welchem Fachsemester Sie sich diesem Fach *aktuell* befinden.

- | | | | | | | |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | 1 | 2-3 | 4-5 | 6-7 | 8-9 | >10 |
| Fachsemester im ersten Fach: | <input type="checkbox"/> |

2.3 Liegt der Fachwissenschaft dieses Faches (oder auch nur einer Teildisziplin) ein objektives Regel- oder Normensystem zugrunde? Falls ja, beschreiben Sie kurz, worin dieses System besteht und ggf. um welche Teildisziplin es sich handelt.

2.4 Gibt es bestimmte Strukturen und/oder Modelle aus diesem Fach, die auf andere Fächer übertragbar sind? Falls ja, beschreiben Sie diese kurz.

Daniel Siebrecht
Befragung: Informatik im Alltag

3 Zweites Fach

3.1 Bitte wählen Sie das Fach aus.

- | | | | | | |
|-----------------------------|--------------------------|---|--------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Bautechnik | <input type="checkbox"/> | Farbtechnik/Raumgestaltung/
Oberflächentechnik | <input type="checkbox"/> | Mediendesign/Designtechnik | <input type="checkbox"/> |
| Biologie | <input type="checkbox"/> | Französisch | <input type="checkbox"/> | Mathematik | <input type="checkbox"/> |
| Chemie | <input type="checkbox"/> | Germanistik | <input type="checkbox"/> | Musik | <input type="checkbox"/> |
| Chemietechnik | <input type="checkbox"/> | Geschichte | <input type="checkbox"/> | Pädagogik | <input type="checkbox"/> |
| Druck- und
Medientechnik | <input type="checkbox"/> | Geographie | <input type="checkbox"/> | Physik | <input type="checkbox"/> |
| Elektrotechnik | <input type="checkbox"/> | Informatik | <input type="checkbox"/> | Philosophie | <input type="checkbox"/> |
| Englisch | <input type="checkbox"/> | Katholische Theologie | <input type="checkbox"/> | Sozialwissenschaften | <input type="checkbox"/> |
| Evangelische Theologie | <input type="checkbox"/> | Kunst | <input type="checkbox"/> | Sachunterricht | <input type="checkbox"/> |
| | | Latein | <input type="checkbox"/> | Spanisch | <input type="checkbox"/> |
| | | Maschinenbautechnik | <input type="checkbox"/> | Sport | <input type="checkbox"/> |
| | | | | Wirtschaftswissenschaft | <input type="checkbox"/> |

3.2 Bitte kreuzen Sie an, in welchem Fachsemester Sie sich diesem Fach *aktuell* befinden.

- | | | | | | | |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | 1 | 2-3 | 4-5 | 6-7 | 8-9 | >10 |
| Fachsemester im ersten Fach: | <input type="checkbox"/> |

3.3 Liegt der Fachwissenschaft dieses Faches (oder auch nur einer Teildisziplin) ein objektives Regel- oder Normensystem zugrunde? Falls ja, beschreiben Sie kurz, worin dieses System besteht und ggf. um welche Teildisziplin es sich handelt.

3.4 Gibt es bestimmte Strukturen und/oder Modelle aus diesem Fach, die auf andere Fächer übertragbar sind? Falls ja, beschreiben Sie diese kurz.

Daniel Siebrecht
Befragung: Informatik im Alltag

4 Drittes Fach

4.1 Bitte wählen Sie das Fach aus.

- | | | | | | |
|-----------------------------|--------------------------|---|--------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Bautechnik | <input type="checkbox"/> | Farbtechnik/Raumgestaltung/
Oberflächentechnik | <input type="checkbox"/> | Mediendesign/Designtechnik | <input type="checkbox"/> |
| Biologie | <input type="checkbox"/> | Französisch | <input type="checkbox"/> | Mathematik | <input type="checkbox"/> |
| Chemie | <input type="checkbox"/> | Germanistik | <input type="checkbox"/> | Musik | <input type="checkbox"/> |
| Chemietechnik | <input type="checkbox"/> | Geschichte | <input type="checkbox"/> | Pädagogik | <input type="checkbox"/> |
| Druck- und
Medientechnik | <input type="checkbox"/> | Geographie | <input type="checkbox"/> | Physik | <input type="checkbox"/> |
| Elektrotechnik | <input type="checkbox"/> | Informatik | <input type="checkbox"/> | Philosophie | <input type="checkbox"/> |
| Englisch | <input type="checkbox"/> | Katholische Theologie | <input type="checkbox"/> | Sozialwissenschaften | <input type="checkbox"/> |
| Evangelische Theologie | <input type="checkbox"/> | Kunst | <input type="checkbox"/> | Sachunterricht | <input type="checkbox"/> |
| | | Latein | <input type="checkbox"/> | Spanisch | <input type="checkbox"/> |
| | | Maschinenbautechnik | <input type="checkbox"/> | Sport | <input type="checkbox"/> |
| | | | | Wirtschaftswissenschaft | <input type="checkbox"/> |

4.2 Bitte kreuzen Sie an, in welchem Fachsemester Sie sich diesem Fach *aktuell* befinden.

- | | | | | | | |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | 1 | 2-3 | 4-5 | 6-7 | 8-9 | >10 |
| Fachsemester im ersten Fach: | <input type="checkbox"/> |

4.3 Liegt der Fachwissenschaft dieses Faches (oder auch nur einer Teildisziplin) ein objektives Regel- oder Normensystem zugrunde? Falls ja, beschreiben Sie kurz, worin dieses System besteht und ggf. um welche Teildisziplin es sich handelt.

4.4 Gibt es bestimmte Strukturen und/oder Modelle aus diesem Fach, die auf andere Fächer übertragbar sind? Falls ja, beschreiben Sie diese kurz.

A.3. 2018 – pre

Teil A: Teil 0

A1.

Da Sie ggf. zu einem späteren Zeitpunkt der Veranstaltung erneut befragt werden, erzeugen Sie bitte eine anonymisierte Kennung gemäß folgendem Muster:

Die *ersten zwei Buchstaben* des Vornamens Ihrer Mutter
 (z.B. Barbara → BA) Der *Tag (zweistellig)* Ihres eigenen Geburtstags
 (z.B. 14.02.1994 → 14) Der *zweite und dritte Buchstabe* Ihrer
 Geburtsstadt(z.B. Leverkusen → EV)

Die ersten zwei Buchstaben des Vornamens Ihrer Mutter lauten ...

Der Tag (zweistellig) Ihres eigenen Geburtstags ist ...

Der zweite und dritte Buchstabe Ihrer Geburtsstadt lauten ...

A2.

weiblich
 männlich

A3. In welchem Profil studieren Sie? (*Mehrfachnennungen sind möglich.*)

	Grundscho	Haupt-, Real-, Gesamtscho	Gymnasium, Gesamtschu	Berufskolle	Andere
	e	e	le	g	
Bachelor of Arts	<input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>	<input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>	<input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>	<input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>	<input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>
Bachelor of Science	<input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>	<input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>	<input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>	<input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>	<input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>
Ein-Fach-Bachelor	<input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>	<input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>	<input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>	<input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>	<input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>

A4. Welche Fächer studieren Sie?

Fach 1

Fach 2

Fach 3

Fach 4

Teil B: Teil 1

B1. Stimmen Sie folgenden Aussagen über ihren selbst erfahrenen Informatikunterricht zu?

(Wenn sie keinen Informatikunterricht hatten, kreuzen sie bitte "Keine Antwort" an.)

	völlig	größtenteils	nur wenig	gar nicht
Ich habe dort fachlich viel gelernt	<input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>	<input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>	<input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>	<input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>
Der Unterricht hat mir gut gefallen	<input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>	<input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>	<input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>	<input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>



B2.

Berufliche Interessensorientierung (a)

Die folgenden sechs Persönlichkeitstypen stellen ein Modell für die berufliche Orientierung dar.

M -> Machen: technisch und/oder handwerklich arbeiten

D -> Denken: lernen, forschen, Probleme lösen

K -> Kreativ sein: künstlerisch, innovativ arbeiten

H -> Helfen: Menschen unterstützen, sich sozial engagieren

U -> Unternehmen: Menschen führen, sich durchsetzen

V -> Vorstrukturiert arbeiten: nach vorgegeben Regeln, feste Arbeitsabläufe

Die ideale Lehrkraft, welche die Herausforderungen der »Digitalisierung« angeht

Bitte tragen Sie in die folgenden drei Kästchen die Kennbuchstaben (M, D, K, H, U oder V) der drei Typen ein, die für die genannte *ideale Lehrkraft* am wichtigsten sind.

(Absteigend nach dem Grad der Wichtigkeit)

Wichtigkeit 1	<input type="text"/>
Wichtigkeit 2	<input type="text"/>
Wichtigkeit 3	<input type="text"/>

B3.

Berufliche Interessensorientierung (b)

Die folgenden sechs Persönlichkeitstypen stellen ein Modell für die berufliche Orientierung dar.

M -> Machen: technisch und/oder handwerklich arbeiten

D -> Denken: lernen, forschen, Probleme lösen

K -> Kreativ sein: künstlerisch, innovativ arbeiten

H -> Helfen: Menschen unterstützen, sich sozial engagieren

U -> Unternehmen: Menschen führen, sich durchsetzen

V -> Vorstrukturiert arbeiten: nach vorgegeben Regeln, feste Arbeitsabläufe

Ihr eigener Persönlichkeitstyp:

Bitte tragen Sie in die folgenden drei Kästchen die Kennbuchstaben(M, D ,K, H, U oder V) der drei Typen ein, die Ihrem eigenen Typ am meisten entsprechen.

(Absteigend nach dem Grad der Entsprechung.)

Entsprechung 1	<input type="text"/>								
Entsprechung 2	<input type="text"/>								
Entsprechung 3	<input type="text"/>								

Teil C: Teil 2

C1. Einschätzungen zum Fach Informatik

Bitte geben Sie Ihre Einschätzung zu Ihren eigenen Kenntnissen in den genannten Bereichen an.

	fortgeschritten	grundlegend	vereinzelt	keine
Struktur von Information und Daten	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Algorithmen	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Sprachen und Automaten	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Informatiksysteme (Z. B. Smartphone oder PC)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Informatik und Gesellschaft	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

C2. Geben Sie zu den aufgeführten Bereichen Erwartungen und Fragen an.

C3. Stimmen Sie folgenden Aussagen über Informatik zu?

- Mir hilft Informatik bei der Bewältigung alltäglicher Lebenssituationen
 Die Verschlüsselung meiner Nachrichten (z.B. E-mail, Messengerdienste)
 Jede(r) soll programmieren können.
 Informatik führt zu einem besseren Verständnis der Welt.
 Informatik dient der allgemeinen Bildung, die Lehrkräfte vermitteln sollen.

völlig	größtenteils	nur wenig	gar nicht
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

C4. Aufgabe: Erklären Sie Unterschiede zwischen Codierung und Verschlüsselung

Teil D: Teil 3

D1. Beschreiben Sie Differenzen und/oder Gemeinsamkeiten zwischen den Fachinhalten bzw. -methoden Ihrer Fächer und der Informatik.

Teil E: Teil 4

E1. Verwenden Sie bei der Arbeit in Ihren Fächern informatische Werkzeuge und/oder Methoden und/oder Modelle? Wenn ja, welche?

E2. Gehen Sie davon aus, dass die Veranstaltung die Sicht auf die Fachdidaktik(en) Ihrer Fächer ändern wird?

Teil F: Teil 5

F1. Viele Geräte funktionieren durch Informatik. Können Sie sich vorstellen, dass z.B. Smartphones, Spielekonsolen, Roboter usw. irgendwann die Welt beherrschen? Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

Ja	<input type="checkbox"/>
Nein	<input type="checkbox"/>
Ich weiß nicht	<input type="checkbox"/>

A.4. 2018 – post

Teil A: Teil 0

A1.

Da Sie ggf. zu einem späteren Zeitpunkt der Veranstaltung erneut befragt werden, erzeugen Sie bitte eine anonymisierte Kennung gemäß folgendem Muster:

Die *ersten zwei Buchstaben* des Vornamens Ihrer Mutter
(z.B. Barbara → BA) Der Tag (*zweistellig*) Ihres eigenen Geburtstags
(z.B. 14.02.1994 → 14) Der *zweite und dritte Buchstabe* Ihrer
Geburtsstadt(z.B. Leverkusen → EV)

Die ersten zwei Buchstaben des Vornamens Ihrer Mutter lauten ...

Der Tag (zweistellig) Ihres eigenen Geburtstags ist ...

Der zweite und dritte Buchstabe Ihrer Geburtsstadt lauten ...

A2.

weiblich

männlich

A3. In welchem Profil studieren Sie? (*Mehrfachnennungen sind möglich.*)

	Grundscho l	Haupt- Real- Gesamtscho l	Gymnasium, Gesamtschu le	Berufskolle g	Andere
Bachelor of Arts	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bachelor of Science	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ein-Fach-Bachelor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A4. Welche Fächer studieren Sie?

Fach 1

Fach 2

Fach 3

Fach 4

Teil B: Teil 1

B1. Stimmen Sie folgenden Aussagen über ihren selbst erfahrenen Informatikunterricht zu?

(Wenn sie keinen Informatikunterricht hatten, kreuzen sie bitte "Keine Antwort" an.)

	völlig	größtenteils	nur wenig	gar nicht
Ich habe dort fachlich viel gelernt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Der Unterricht hat mir gut gefallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

B3.

Berufliche Interessensorientierung (b)

Die folgenden sechs Persönlichkeitstypen stellen ein Modell für die berufliche Orientierung dar.

M -> Machen: technisch und/oder handwerklich arbeiten

D -> Denken: lernen, forschen, Probleme lösen

K -> Kreativ sein: künstlerisch, innovativ arbeiten

H -> Helfen: Menschen unterstützen, sich sozial engagieren

U -> Unternehmen: Menschen führen, sich durchsetzen

V -> Vorstrukturiert arbeiten: nach vorgegeben Regeln, feste Arbeitsabläufe

Ihr eigener Persönlichkeitstyp:

Bitte tragen Sie in die folgenden drei Kästchen die Kennbuchstaben(M, D ,K, H, U oder V) der drei Typen ein, die Ihrem eigenen Typ am meisten entsprechen.

(Absteigend nach dem Grad der Entsprechung.)

Entsprechung 1	<input type="text"/>								
Entsprechung 2	<input type="text"/>								
Entsprechung 3	<input type="text"/>								

Teil C: Teil 2

C1. Einschätzungen zum Fach Informatik

Bitte geben Sie Ihre Einschätzung zu Ihren eigenen Kenntnissen in den genannten Bereichen an.

	fortgeschritten	grundlegend	vereinzelt	keine
Struktur von Information und Daten	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Algorithmen	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Sprachen und Automaten	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Informatiksysteme (Z. B. Smartphone oder PC)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Informatik und Gesellschaft	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

C2. Geben Sie zu den aufgeführten Bereichen Erwartungen und Fragen an.

C3. Stimmen Sie folgenden Aussagen über Informatik zu?

- Mir hilft Informatik bei der Bewältigung alltäglicher Lebenssituationen
 Die Verschlüsselung meiner Nachrichten (z.B. E-mail, Messengerdienste)
 Jede(r) soll programmieren können.
 Informatik führt zu einem besseren Verständnis der Welt.
 Informatik dient der allgemeinen Bildung, die Lehrkräfte vermitteln sollen.

völlig	größtenteils	nur wenig	gar nicht
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

C4. Aufgabe: Erklären Sie Unterschiede zwischen Codierung und Verschlüsselung

Teil D: Teil 3

D1. Beschreiben Sie Differenzen und/oder Gemeinsamkeiten zwischen den Fachinhalten bzw. -methoden Ihrer Fächer und der Informatik.

Teil E: Teil 4

E1. Verwenden Sie bei der Arbeit in Ihren Fächern informatische Werkzeuge und/oder Methoden und/oder Modelle? Wenn ja, welche?

E2. Gehen Sie davon aus, dass die Veranstaltung die Sicht auf die Fachdidaktik(en) Ihrer Fächer ändern wird?

Teil F: Teil 5

F1. Viele Geräte funktionieren durch Informatik. Können Sie sich vorstellen, dass z.B. Smartphones, Spielekonsolen, Roboter usw. irgendwann die Welt beherrschen? Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

Ja	<input type="checkbox"/>
Nein	<input type="checkbox"/>
Ich weiß nicht	<input type="checkbox"/>

A.5. 2019 – pre

Teil A: Teil 0

A1.

Da Sie ggf. zu einem späteren Zeitpunkt der Veranstaltung erneut befragt werden, erzeugen Sie bitte eine anonymisierte Kennung gemäß folgendem Muster:

Die *ersten zwei Buchstaben* des Vornamens Ihrer Mutter
 (z.B. Barbara → BA) Der Tag (*zweistellig*) Ihres eigenen Geburtstags
 (z.B. 14.02.1994 → 14) Der *zweite und dritte Buchstabe* Ihrer
 Geburtsstadt(z.B. Leverkusen → EV)

Die ersten zwei Buchstaben des Vornamens Ihrer Mutter lauten ...

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Der Tag (zweistellig) Ihres eigenen Geburtstags ist ...

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Der zweite und dritte Buchstabe Ihrer Geburtsstadt lauten ...

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

A2.

weiblich
 männlich

A3. In welchem Profil studieren Sie? (*Mehrfachnennungen sind möglich.*)

	Grundscho	Haupt-, Real-, Gesamtscho	Gymnasium, Gesamtschu	Berufskolle	Andere
Bachelor of Arts	e	e	le	g	
Bachelor of Science					
Ein-Fach-Bachelor					

A4. Welche Fächer studieren Sie?

Fach 1

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Fach 2

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Fach 3

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Fach 4

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Teil B: Teil 2

B1. Einschätzungen zum Fach Informatik

Bitte geben Sie Ihre Einschätzung zu Ihren eigenen Kenntnissen in den genannten Bereichen an.

	fortgeschrit	grundlegen	vereinzelt	keine
Struktur von Information und Daten	ten	d		
Algorithmen				
Informatiksysteme (z. B. Smartphone oder PC)				
Informatik und Gesellschaft				
Formale Sprachen				

- B2. Geben Sie zu den aufgeführten Bereichen Erwartungen und Fragen an.

- B3. Stimmen Sie folgenden Aussagen über Informatik zu?

Mir hilft Informatik bei der Bewältigung alltäglicher Lebenssituationen
 Kenntnisse der Informatik sind notwendig damit jede(r) seine Daten effektiv
 Die Verschlüsselung meiner Nachrichten (z.B. E-mail, Messengerdienste)
 Jede(r) soll programmieren können.
 Informatik hilft mir bei der Klärung von Rechtsstreitigkeiten (z.B. bei
 Informatik dient der allgemeinen Bildung, die Lehrkräfte vermitteln sollen.

völlig	größtenteils	nur wenig	gar nicht
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- B4. Angenommen Sie bekommen eine E-Mail von einer für Sie neuen Absenderadresse: Beschreiben Sie Mittel und Wege, um diese auf Hinweise bezüglich des korrekten Absenders zu ermitteln. Wie helfen Ihnen hierbei Kenntnisse der Informatik?

Teil C: Teil 3

- C1. Beschreiben Sie Differenzen und/oder Gemeinsamkeiten zwischen den Fachinhalten bzw. -methoden Ihrer Fächer und der Informatik.

Teil D: Teil 4

- D1. Verwenden Sie bei der Arbeit in Ihren Fächern informatische Werkzeuge und/oder Methoden und/oder Modelle? Wenn ja, welche?

- D2. Gehen Sie davon aus, dass die Veranstaltung die Sicht auf die Fachdidaktik(en) Ihrer Fächer ändern wird?

Teil E: Teil 5

- E1. Viele Geräte funktionieren durch Informatik. Können Sie sich vorstellen, dass z.B. Smartphones, Spielekonsolen, Roboter usw. irgendwann die Welt beherrschen? Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

Ja	<input type="checkbox"/>
Nein	<input type="checkbox"/>
Ich weiß nicht	<input type="checkbox"/>



A.6. 2019 – post

Teil A: Teil 0

A1.

Da Sie ggf. zu einem späteren Zeitpunkt der Veranstaltung erneut befragt werden, erzeugen Sie bitte eine anonymisierte Kennung gemäß folgendem Muster:

Die *ersten zwei Buchstaben* des Vornamens Ihrer Mutter
(z.B. Barbara → BA) Der Tag (*zweistellig*) Ihres eigenen Geburtstags
(z.B. 14.02.1994 → 14) Der *zweite und dritte Buchstabe* Ihrer
Geburtsstadt(z.B. Leverkusen → EV)

Die ersten zwei Buchstaben des Vornamens Ihrer Mutter lauten ...

Der Tag (zweistellig) Ihres eigenen Geburtstags ist ...

Der zweite und dritte Buchstabe Ihrer Geburtsstadt lauten ...

A2.

weiblich
männlich

A3. In welchem Profil studieren Sie? (*Mehrfachnennungen sind möglich.*)

	Grundscho e	Haupt-, Real-, Gesamtscho e	Gymnasium, Gesamtschu le	Berufskolle g	Andere
Bachelor of Arts	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bachelor of Science	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ein-Fach-Bachelor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A4. Welche Fächer studieren Sie?

Fach 1

Fach 2

Fach 3

Fach 4

Teil B: Teil 6

B1. Beschreiben Sie Ihre Eindrücke vom Fach Informatik.

B2. Beschreiben Sie Ihre Erfahrungen mit der Veranstaltung »Informatik im Alltag«.

B3. Haben Sie allgemeine Rückmeldungen oder Bemerkungen zur Veranstaltung »Informatik im Alltag«?

Teil C: Teil 2

C1. Einschätzungen zum Fach Informatik

Bitte geben Sie Ihre Einschätzung zu Ihren eigenen Kenntnissen in den genannten Bereichen an.

	fortgeschritten	grundlegend	vereinzelt	keine
Struktur von Information und Daten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Algorithmen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Informatiksysteme (z. B. Smartphone oder PC)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Informatik und Gesellschaft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Formale Sprachen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

C2. Geben Sie zu den aufgeführten Bereichen offene Fragen an.

C3. Stimmen Sie folgenden Aussagen über Informatik zu?

	völlig	größtenteils	nur wenig	gar nicht
Mir hilft Informatik bei der Bewältigung alltäglicher Lebenssituationen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kenntnisse der Informatik sind notwendig damit jede(r) seine Daten effektiv	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Verschlüsselung meiner Nachrichten (z.B. E-mail, Messengerdienste)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jede(r) soll programmieren können.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Informatik hilft mir bei der Klärung von Rechtsstreitigkeiten (z.B. bei	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Informatik dient der allgemeinen Bildung, die Lehrkräfte vermitteln sollen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- C4. Angenommen Sie bekommen eine E-Mail von einer für Sie neuen Absenderadresse: Beschreiben Sie Mittel und Wege, um diese auf Hinweise bezüglich des korrekten Absenders zu ermitteln. Wie helfen Ihnen hierbei Kenntnisse der Informatik?

Teil D: Teil 3

- D1. Beschreiben Sie Differenzen und/oder Gemeinsamkeiten zwischen den Fachinhalten bzw. -methoden Ihrer Fächer und der Informatik.

Teil E: Teil 4

- E1. Verwenden Sie bei der Arbeit in Ihren Fächern informatische Werkzeuge und/oder Methoden und/oder Modelle? Wenn ja, welche?

- E2. Hat die Veranstaltung die Sicht auf die Fachdidaktik(en) Ihrer Fächer geändert?

Teil F: Teil 5

F1. Viele Geräte funktionieren durch Informatik. Können Sie sich vorstellen, dass z.B. Smartphones, Spielekonsolen, Roboter usw. irgendwann die Welt beherrschen? Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

Ja	<input type="checkbox"/>
Nein	<input type="checkbox"/>
Ich weiß nicht	<input type="checkbox"/>

A.7. 2020 – pre

Teil A: Teil 1

A1. Stimmen Sie folgenden Aussagen über Informatik zu?

Mir hilft Informatik bei der Bewältigung alltäglicher Lebenssituationen
 Kenntnisse der Informatik sind notwendig damit jede*r seine Daten effektiv
 Die Verschlüsselung meiner Nachrichten (z.B. E-Mail, Messengerdienste)
 Jede*r soll programmieren können.
 Informatik hilft mir bei der Klärung von Rechtsstreitigkeiten (z.B. bei
 Informatik dient der allgemeinen Bildung, die Lehrkräfte vermitteln sollen.

völlig	größtenteils	nur wenig	gar nicht
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A2. Einschätzungen zum Fach Informatik

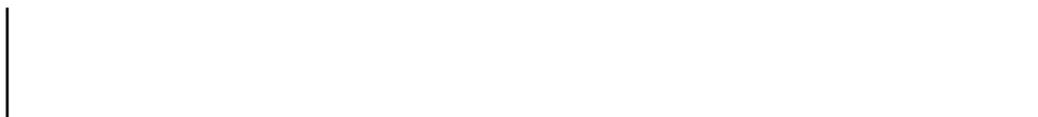
Bitte geben Sie Ihre Einschätzung zu Ihren eigenen Kenntnissen in den genannten Bereichen an.

	fortgeschritten	grundlegend	vereinzelt	keine
Struktur von Information und Daten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Algorithmen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Informatiksysteme (z. B. Smartphone oder PC)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Informatik und Gesellschaft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Formale Sprachen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A3. Geben Sie zu den aufgeführten Bereichen Erwartungen und Fragen an.

Teil B: Teil 2

B1. Beschreiben Sie Differenzen und/oder Gemeinsamkeiten zwischen den Fachinhalten bzw. -methoden Ihrer Fächer und der Informatik.



Teil C: Teil 3

- C1. Verwenden Sie bei der Arbeit in Ihren Fächern informatische Werkzeuge und/oder Methoden und/oder Modelle? Wenn ja, welche?

- C2. Gehen Sie davon aus, dass die Veranstaltung die Sicht auf die Fachdidaktik(en) Ihrer Fächer ändern wird?

- C3. Welche Dateiformate kennen Sie?

.java	<input type="checkbox"/>
.py	<input type="checkbox"/>
.pptx	<input type="checkbox"/>
.docx	<input type="checkbox"/>
.css	<input type="checkbox"/>
.md	<input type="checkbox"/>
.odt	<input type="checkbox"/>
.odp	<input type="checkbox"/>
.txt	<input type="checkbox"/>
.html	<input type="checkbox"/>
.tex	<input type="checkbox"/>

- C4. Wozu verwenden Sie die aufgeführten Dateiformate?

Falls Sie die Dateiformate nicht verwenden, lassen Sie das Eingabefeld einfach leer.

.java	<input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/>
.py	<input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/>
.pptx	<input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/>
.docx	<input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/>
.css	<input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/>
.md	<input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/>
.odt	<input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/>
.odp	<input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/>

.txt	<input type="text"/>
.html	<input type="text"/>
.tex	<input type="text"/>

Teil D: Teil 4

D1. Viele Geräte funktionieren durch Informatik. Können Sie sich vorstellen, dass z.B. Smartphones, Spielekonsolen, Roboter usw. irgendwann die Welt beherrschen? Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

Ja	<input type="checkbox"/>
Nein	<input type="checkbox"/>
Ich weiß nicht	<input type="checkbox"/>

Teil E: Teil 5

E1.

Da Sie ggf. zu einem späteren Zeitpunkt der Veranstaltung erneut befragt werden, erzeugen Sie bitte eine anonymisierte Kennung gemäß folgendem Muster:

Die *ersten zwei Buchstaben* des Vornamens Ihrer Mutter
 (z.B. Barbara → BA) Der Tag (*zweistellig*) Ihres eigenen Geburtstags
 (z.B. 14.02.1994 → 14) Der *zweite und dritte Buchstabe* Ihrer
 Geburtsstadt (z.B. Leverkusen → EV)

Die ersten zwei Buchstaben des Vornamens Ihrer Mutter lauten ...	<input type="text"/>
Der Tag (zweistellig) Ihres eigenen Geburtstags ist ...	<input type="text"/>
Der zweite und dritte Buchstabe Ihrer Geburtsstadt lauten ...	<input type="text"/>

E2.

weiblich	<input type="checkbox"/>
männlich	<input type="checkbox"/>

E3. In welchem Profil studieren Sie? (*Mehrfachnennungen sind möglich.*)

	Grundschul e	Haupt-, Real-, Gesamtschul e	Gymnasium, Gesamtschu le	Berufskolle g	Andere
Bachelor of Arts	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bachelor of Science	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ein-Fach-Bachelor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

E4. Welche Fächer studieren Sie?

Fach 1	<input type="text"/>
Fach 2	<input type="text"/>
Fach 3	<input type="text"/>
Fach 4	<input type="text"/>

A.8. 2020 – post

Teil A: Teil 0

A1.

Da Sie ggf. zu einem späteren Zeitpunkt der Veranstaltung erneut befragt werden, erzeugen Sie bitte eine anonymisierte Kennung gemäß folgendem Muster:

Die *ersten zwei Buchstaben* des Vornamens Ihrer Mutter
 (z.B. Barbara → BA) Der Tag (*zweistellig*) Ihres eigenen Geburtstags
 (z.B. 14.02.1994 → 14) Der *zweite und dritte Buchstabe* Ihrer
 Geburtsstadt(z.B. Leverkusen → EV)

Die ersten zwei Buchstaben des Vornamens Ihrer Mutter lauten ...

Der Tag (zweistellig) Ihres eigenen Geburtstags ist ...

Der zweite und dritte Buchstabe Ihrer Geburtsstadt lauten ...

A2.

weiblich

männlich

A3. In welchem Profil studieren Sie? (*Mehrfachnennungen sind möglich.*)

	Grundscho e	Haupt-, Real-, Gesamtscho e	Gymnasium, Gesamtschu le	Berufskolle g	Andere
Bachelor of Arts	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bachelor of Science	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ein-Fach-Bachelor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A4. Welche Fächer studieren Sie?

Fach 1

Fach 2

Fach 3

Fach 4

Teil B: Teil 6

B1. Beschreiben Sie Ihre Eindrücke vom Fach Informatik.

B2. Beschreiben Sie Ihre Erfahrungen mit der Veranstaltung »Informatik im Alltag«.

B3. Haben Sie allgemeine Rückmeldungen oder Bemerkungen zur Veranstaltung »Informatik im Alltag«?

B4. Als wie relevant betrachten Sie die einzelnen Teilvorlesungen?

1: gar nicht relevant

5: sehr relevant

	1	2	3	4	5
Informatik – Begriffsbildung					
Informatik – Ideengeschichte					
Rechnerarchitektur und Betriebssysteme					
Modellierung und Implementierung am Beispiel					
Algorithmen und Datenstrukturen					
Grenzen der Informatik					
Grundlagen des Internets					
Kryptologie					
Sicheres Internet					
Darstellung von Zeichen und Zahlen					
Allgegenwärtige Computersysteme – Eingebettete Echtzeitsysteme					
Maschinelles Lernen					
Informatik – Allgemeinbildung					

B5. Wie verständlich fanden Sie die einzelnen Teilvorlesungen?

1: gar nicht verständlich

5: sehr verständlich

	1	2	3	4	5
Informatik – Begriffsbildung					
Informatik – Ideengeschichte					
Rechnerarchitektur und Betriebssysteme					
Modellierung und Implementierung am Beispiel					
Algorithmen und Datenstrukturen					
Grenzen der Informatik					
Grundlagen des Internets					
Kryptologie					
Sicheres Internet					

	1	2	3	4	5
Darstellung von Zeichen und Zahlen					
Allgegenwärtige Computersysteme – Eingebettete Echtzeitsysteme					
Maschinelles Lernen					
Informatik – Allgemeinbildung					

Teil C: Teil 2

C1. Einschätzungen zum Fach Informatik

Bitte geben Sie Ihre Einschätzung zu Ihren eigenen Kenntnissen in den genannten Bereichen an.

	fortgeschritten	grundlegend	vereinzelt	keine
Struktur von Information und Daten				
Algorithmen				
Informatiksysteme (z. B. Smartphone oder PC)				
Informatik und Gesellschaft				
Formale Sprachen				

C2. Geben Sie zu den aufgeführten Bereichen offene Fragen an.

C3. Stimmen Sie folgenden Aussagen über Informatik zu?

	völlig	größtenteils	nur wenig	gar nicht
Mir hilft Informatik bei der Bewältigung alltäglicher Lebenssituationen				
Kenntnisse der Informatik sind notwendig damit jede(r) seine Daten effektiv				
Die Verschlüsselung meiner Nachrichten (z.B. E-mail, Messengerdienste)				
Jede(r) soll programmieren können.				
Informatik hilft mir bei der Klärung von Rechtsstreitigkeiten (z.B. bei				
Informatik dient der allgemeinen Bildung, die Lehrkräfte vermitteln sollen.				

Teil D: Teil 3

D1. Beschreiben Sie Differenzen und/oder Gemeinsamkeiten zwischen den Fachinhalten bzw. -methoden Ihrer Fächer und der Informatik.

Teil E: Teil 4

- E1. Verwenden Sie bei der Arbeit in Ihren Fächern informatische Werkzeuge und/oder Methoden und/oder Modelle? Wenn ja, welche?

- E2. Hat die Veranstaltung die Sicht auf die Fachdidaktik(en) Ihrer Fächer geändert?

Teil F: Teil 5

- F1. Viele Geräte funktionieren durch Informatik. Können Sie sich vorstellen, dass z.B. Smartphones, Spielekonsolen, Roboter usw. irgendwann die Welt beherrschen? Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

Ja	<input type="checkbox"/>
Nein	<input type="checkbox"/>
Ich weiß nicht	<input type="checkbox"/>



Appendix B.

Befragungen zur Projektorientierung

Daniel Siebrecht
1. Reflexionsbogen: Übung zur Informatik im Alltag

Der Fragebogen wird maschinell erfasst. Bitte mit Kugelschreiber oder nicht zu dickem Filzstift ausfüllen.

Ankreuzen: Bei Auswahlfeldern dürfen mehrere Antworten angekreuzt werden.

Korrigieren: Bei Bewertungsfragen (Skala 1–5) darf nur ein Kästchen angekreuzt werden.

Anonymisierte Kennung

Da Sie ggf. zu einem späteren Zeitpunkt der Veranstaltung erneut befragt werden, erzeugen Sie bitte (unter 1.1) eine anonymisierte Kennung gemäß folgendem Muster:

1. die *ersten zwei Buchstaben* des Vornamens Ihrer Mutter
2. den *Tag (zweistellig)* Ihres eigenen Geburtstags
3. der *zweite und dritte Buchstabe* Ihrer Geburtsstadt

Beispiel:

1. Barbara → BA

2. 14.02.1994 → 14

3. Leverkusen → EV

→ Kennung: BA14EV

1 Person

1.1 Bitte geben Sie Ihre anonymisierte Kennung (Anleitung: s.o.) an.

Kennung:

1.2 Bitte geben Sie Ihr Geschlecht an.

weiblich

männlich

1.3 Bitte kreuzen Sie an, in welchem Hochschulsesemester Sie sich *aktuell* befinden.

1 2–3 4–5 6–7 8–9 >10

Hochschulsesemester:

2 Reflexion aus Fachsicht

2.1 Bitte wählen Sie Ihre Fächer aus.

- | | | |
|--|--|---|
| Bautechnik <input type="checkbox"/> | Farbtechnik/Raumgestaltung/
Oberflächentechnik <input type="checkbox"/> | Mediendesign/Designtechnik <input type="checkbox"/> |
| Biologie <input type="checkbox"/> | Französisch <input type="checkbox"/> | Mathematik <input type="checkbox"/> |
| Chemie <input type="checkbox"/> | Germanistik <input type="checkbox"/> | Musik <input type="checkbox"/> |
| Chemietechnik <input type="checkbox"/> | Geschichte <input type="checkbox"/> | Pädagogik <input type="checkbox"/> |
| Druck- und
Medientechnik <input type="checkbox"/> | Geographie <input type="checkbox"/> | Physik <input type="checkbox"/> |
| Elektrotechnik <input type="checkbox"/> | Informatik <input type="checkbox"/> | Philosophie <input type="checkbox"/> |
| Englisch <input type="checkbox"/> | Katholische Theologie <input type="checkbox"/> | Sozialwissenschaften <input type="checkbox"/> |
| Evangelische Theologie <input type="checkbox"/> | Kunst <input type="checkbox"/> | Sachunterricht <input type="checkbox"/> |
| | Latein <input type="checkbox"/> | Spanisch <input type="checkbox"/> |
| | Maschinenbautechnik <input type="checkbox"/> | Sport <input type="checkbox"/> |
| | | Wirtschaftswissenschaft <input type="checkbox"/> |

1. Reflexionsbogen: Übung zur Informatik im Alltag

2.2 Beschreiben Sie Ihre Erfahrungen zum Abschluss des ersten Monats, seit dem Sie an der Vorlesung »Informatik im Alltag« teilnehmen.

Wie haben Sie die Veranstaltung bislang aus Sicht Ihrer beiden Fächer erlebt? Gibt es Differenzen/ Gemeinsamkeiten? Hat Sie ein bestimmter Aspekt der Veranstaltung zum Nachdenken über Ihre eigenen Fächer geführt?

2.3 Haben Sie allgemeine Rückmeldungen oder Bemerkungen zur Vorlesung »Informatik im Alltag«?

Daniel Siebrecht
2. Reflexionsbogen: Übung zur Informatik im Alltag

Der Fragebogen wird maschinell erfasst. Bitte mit Kugelschreiber oder nicht zu dickem Filzstift ausfüllen.

Ankreuzen: Bei Auswahlfeldern dürfen mehrere Antworten angekreuzt werden.

Korrigieren: Bei Bewertungsfragen (Skala 1–5) darf nur ein Kästchen angekreuzt werden.

Anonymisierte Kennung

Da Sie ggf. zu einem späteren Zeitpunkt der Veranstaltung erneut befragt werden, erzeugen Sie bitte (unter 1.1) eine anonymisierte Kennung gemäß folgendem Muster:

1. die *ersten zwei Buchstaben* des Vornamens Ihrer Mutter
2. den *Tag (zweistellig)* Ihres eigenen Geburtstags
3. der *zweite und dritte Buchstabe* Ihrer Geburtsstadt

Beispiel:

1. Barbara → BA

2. 14.02.1994 → 14

3. Leverkusen → EV

→ Kennung: BA14EV

1 Person

1.1 Bitte geben Sie Ihre anonymisierte Kennung (Anleitung: s.o.) an.

Kennung:

2 Reflexion

2.1 Bitte geben Sie an, mit welcher »Plattform« Sie arbeiten.

Calliope

Python

Website

2.2 Sind Ihnen in der Phase zur Modellierung Herangehensweisen oder Darstellungen begegnet, die Sie an eines Ihrer studierten Fächer erinnern?

2.3 Wie haben Sie den Übergang von der Modellierung zur Implementierung erlebt? Wie gut bzw. schlecht ließen sich einzelne (seien es auch nur kleine) Elemente der Modellierung in die jeweilige Maschinensprache umsetzen?

2.4 Beschreiben Sie, aus was für von Ihnen durchgeführten Operationen Ihrer Ansicht nach die Tätigkeit des Implementierens (im Editor) besteht. (Es geht nicht um: Kabel anschließen, in die Konsole/den Webbrowser wechseln, ... gefragt ist ausschließlich nach der Tätigkeit *im Editor*.)

Appendix C.

Weitere Befragungen

C.1. 2017 – Mid-Term-Befragung

Teil A: Kennung

A1.

Da Sie ggf. zu einem späteren Zeitpunkt der Veranstaltung erneut befragt werden, erzeugen Sie bitte eine anonymisierte Kennung gemäß folgendem Muster:

Die *ersten zwei Buchstaben* des Vornamens Ihrer Mutter
(z.B. Barbara → BA) Der Tag (*zweistellig*) Ihres eigenen Geburtstags
(z.B. 14.02.1994 → 14) Der *zweite und dritte Buchstabe* Ihrer
Geburtsstadt (z.B. Leverkusen → EV)

Die ersten zwei Buchstaben des Vornamens Ihrer Mutter lauten ...

Der Tag (zweistellig) Ihres eigenen Geburtstags ist ...

Der zweite und dritte Buchstabe Ihrer Geburtsstadt lauten ...

Teil B: Feedback

B1. Beschreiben Sie Ihre Eindrücke vom *Fach Informatik*.

B2. Beschreiben Sie Ihre Erfahrungen mit der *Veranstaltung »Informatik im Alltag«*.

B3. Haben Sie *allgemeine Rückmeldungen* oder Bemerkungen zur *Veranstaltung »Informatik im Alltag«*?

C.2. 2018 – Mid-Term-Befragung

Teil A: Kennung

A1.

Da Sie ggf. zu einem späteren Zeitpunkt der Veranstaltung erneut befragt werden, erzeugen Sie bitte eine anonymisierte Kennung gemäß folgendem Muster:

Die *ersten zwei Buchstaben* des Vornamens Ihrer Mutter
(z.B. Barbara → BA) Der Tag (*zweistellig*) Ihres eigenen Geburtstags
(z.B. 14.02.1994 → 14) Der *zweite und dritte Buchstabe* Ihrer
Geburtsstadt (z.B. Leverkusen → EV)

Die ersten zwei Buchstaben des Vornamens Ihrer Mutter lauten ...

Der Tag (zweistellig) Ihres eigenen Geburtstags ist ...

Der zweite und dritte Buchstabe Ihrer Geburtsstadt lauten ...

Teil B: Feedback

B1. Beschreiben Sie Ihre Eindrücke vom *Fach Informatik*.

B2. Beschreiben Sie Ihre Erfahrungen mit der *Veranstaltung »Informatik im Alltag«*.

B3. Haben Sie *allgemeine Rückmeldungen* oder Bemerkungen zur *Veranstaltung »Informatik im Alltag«*?

Appendix D.

Sonstiges

D.1. Exemplarisch-hypothetische Kohärenzmatrix

Exemplarisch-hypothetische Kohärenzmatrix

Schulfach	Information und Daten	Algorithmen	Sprachen und Automaten	Informationssysteme	Informatik, Mensch und Gesellschaft
Biologie	DNA, biometrische Daten, Vererbung	Photosynthese	Tanz der Bienen	Iris-Scan, Datenteilbaum, Elektronischer Personalausweis, Fitnessarmband	Elektronischer Personalausweis, Fitnessarmband
Deutsch	non-verbale Kommunikation	Bild- oder Vorgangsbeschreibung	Grammatik	Textverarbeitung	Sprachwandel (cf. WhatsApp-Verlauf)
Englisch	Stadtplan London	Anstellen vorm Bus in Lodon	Grammatik	Vokabeltrainer, online-dictionary	(digital) globalization, Silicon Valley
Französisch	Stadtplan Paris	mit dem Auto um den arc de triomphe	Grammatik	Vokabeltrainer, dictionnaire	
Geographie	Kartographie – Legenden	Navigation – kürzeste Wege, Wasserkreislauf		Wetterstation	Umweltbelastung durch IT
Geschichte	Hieroglyphen, Caesarchiffren, Steganographie			historische Entwicklung der Informatiksysteme	
Kunst	Design (tikz, html, css)	rekursive Bilder	Farbenlehre	CAD, gimp	maschinell gefertigte Kunst
Latein	Markierung der Satzstruktur	Übersetzen	Grammatik	Vokabeltrainer	

Mathematik	Graphen	schriftliches Dividieren	formale Spezifikation	Taschenrechner	Kopfrechnen, mit Lineal zeichnen → Wozu noch?
Pädagogik	non-verbale Kommunikation	Skinner's Taube, Pavlovsche Hund		Firewall, Zensur	Filesharing, Jugendschutz
Philosophie	(Prädikaten-) Logik		Turingtest	ELIZA	Cyborgs
Physik			Farbenlehre	Wetterstation	
Religionslehre	Ichthys, biblische Codierung (Weinstock, Ein-Leib-Viele-Glieder) oder Verschlüsselung (Apokalypse d. Joh.)	Historisch-kritische Exegese	Turingtest, Thomas von Aquin: Wie komme ich in den Himmel? (Automatenmodell)	ELIZA	Soziale Netzwerke, Jugendschutz, Cyborgs
Sozialwissenschaften	Sender-Empfänger-Modell	GoogleAnalytics			Soziale Netzwerke, Smart Home, Filesharing
Spanisch			Grammatik	Textverarbeitung	
Sport	Signale (z.B. Fußball: Karte, Armhaltung der Schiedsrichterin; Volleyball: hinterm Rücken)	Choreographien (Turnen, Tanzen, Gymnastik)	Spielregeln, Ist ein Spiel gewonnen?	Fitnessarmband	Fitnessarmband

D.2. Verwendungsbereiche des Begriffes »angemessen« in ausgewählten Lehrwerken der Informatikdidaktik

Allgemeindidaktisch

```
pdfgrep "angemessen" *.pdf
```

```
HumbertDdI2006 - 77: Besonderes Augenmerk muss auf einen  
didaktisch gestalteten, angemessenen Einsatz  
HumbertDdI2006 - 103: führung Handlungsvarianten zur Verfü-  
gung, die sie situationsangemessen im Unterricht  
HumbertDdI2006 - 197: und wissenschaftlicher Disziplinen  
zweck- und situationsangemessenes Handeln  
HumbertDdI2006 - 201: weiteren Angaben Sie über die Schüle-  
rinnen benötigen, um pädagogisch angemessen  
Hubwieser2007 - 34: Stillarbeit, Schülervorträge oder Grup-  
penarbeit sind angemessene Arbeitsformen.  
Hubwieser2007 - 52: Der für die spezielle Situation jeweils  
angemessene Führungsstil lässt sich nicht  
Hubwieser2007 - 31: Ohne den durch eine angemessene Motivie-  
rung erzeugten Lernwillen ist jedes  
SchubertSchwill2011 - 35: nell nicht angemessen abgesichert  
und werden realiter kaum wahrgenommen.  
SchubertSchwill2011 - 52: trägt zur Strukturierung des Lehr-  
Lern-Prozesses angemessen bei. Eine fachsys-  
SchubertSchwill2011 - 230: zen ableiten, die die Vorkenntnis-  
se der Schüler angemessen berücksichtigen.  
SchubertSchwill2011 - 287: mit angemessenem Schwierigkeits-  
grad zu ermöglichen.  
SchubertSchwill2011 - 321: schen Fähigkeiten und Fertigkeiten  
angemessen zu überprüfen. Denn - wie  
SchubertSchwill2011 - 343: standsdiagrammen kann ein angemes-  
sener Grad an Zuversicht erzeugt werden,
```

Fachdidaktisch

```
pdfgrep 'angemessen' *.pdf
```

```
Hubwieser2007 - 97:Modellierungsvorgang im Unterricht systematisch und in angemessener Tiefe um-
Hubwieser2007 - 112:angemessener mentaler Modelle und die Verwendung einer sauberen, ausdrucks-
HumbertDdI2006 - 14: werden die Methoden ausgewählt, die der Fragestellung und dem Gegenstand angemessen
Hubwieser2007 - 208:gend anzuraten, diese angemessen zu verschlüsseln und damit das Lesen für Un-
Hubwieser2007 - 27:unangemessene Vereinfachungen vermieden werden. Stattdessen kann den Ler-
SchubertSchwill2011 - 17:plexer wird, nimmt auch der Abstraktionsgrad einer angemessenen Beschrei-
SchubertSchwill2011 - 47:müssen angemessen thematisiert werden (vgl. Kapitel 5). Gerade in diesen Be-
SchubertSchwill2011 - 63:zum Unterrichtsgegenstand in angemessener Breite und Tiefe werden. Eine
SchubertSchwill2011 - 92:angemessenen Weg durch das Labyrinth von Zuständen finden, also Suchpro-
HumbertDdI2006 - 135:und mit den Erweiterungen in angemessener Weise generisch Klassenbeziehungen einge-
HumbertDdI2006 - 176:Zusammenhang mit der Diskussion um angemessene Begriffe zugleich Prozesse in Gang
SchubertSchwill2011 - 257:stand überführen. Der Mensch muss einen angemessenen Weg durch das Laby-
SchubertSchwill2011 - 307: in Projektform angemessen unterrichten und führte daher den gesamten
```

Fachlich

```
pdfgrep "angemessen" *.pdf
```

```
Hubwieser2007 - 73: Die Wissensgesellschaft kann nur der meistern, der über eine angemessene techni-
Hubwieser2007 - 82:amt zugeschnittenes Universitätsstudium der Informatik mit angemessener Tiefe,
SchubertSchwill2011 - 256: gen. Das System hat angemessene Rückmeldungen bereitzustellen.
SchubertSchwill2011 - 323: treue, Termintreue, angemessene Verwendung von Bausteinen, Originalität
```

Kompetenzbezogen

```
pdfgrep "angemessen" *.pdf
```

HumbertDdI2006 - 208: angemessen zu beteiligen. Von ihm wird insbesondere erwartet, dass es keine
 HumbertDdI2006 - 214: zentralen Elementen. Damit die Zuordnung dieser Elemente angemessen reflektiert werden
 HumbertDdI2006 - 21: lassen sich nicht angemessen formalisieren. Bis heute ist es daher den Informatikerinnen
 SchubertSchwill2011 - 16: gramme angemessen formuliert werden können (Programmiersprachen). Diese

Alter

```
pdfgrep "angemessen" *.pdf
```

HumbertDdI2006 - 157: Zielgruppe altersangemessen formuliert wurden, ob es unverständliche oder widersprüch-
 Hubwieser2007 - 143: sprache (wie Pascal, C oder Java). Eine dem Alter der Schüler angemessenere
 SchubertSchwill2011 - 33: Altersangemessenheit, (Programmier-) Sprachauswahl und Methodik im Unter-
 SchubertSchwill2011 - 355: fand sie als angemessen. Es wurde aber auch Kritik geübt:

Zeit

```
pdfgrep "angemessen" *.pdf
```

HumbertDdI2006 - 190: dar. Die Konsequenz liegt auf der Hand: Um die zukünftige Lehrerin in angemessener Zeit in zwei
 Hubwieser2007 - 33: angemessenes Tempo und Rhythmisierung einhalten,

Dokumentbezug

```
pdfgrep "angemessen" *.pdf
```

HumbertDdI2006 - 213: Strukturierungsmöglichkeiten für die jeweilige Dokumentenart angemessen nut-

Aufgabenangemessenheit

```
pdfgrep "angemessen" *.pdf
```

```
HumbertDdI2006 - 81: Aufgabenangemessenheit, Selbstbeschrei-
bungsfähigkeit, Steuerbarkeit, Erwartungskonformi-
HumbertDdI2006 - 81: Grundsätze berührt: Aufgabenangemessen-
heit, Selbstbeschreibungsfähigkeit, Steuerbarkeit
HumbertDdI2006 - 105: fachlichen Hilfsmitteln aufgabenange-
messen abzubilden.
HumbertDdI2006 - 272: - Algorithmic Language, 12 Aufgabenan-
gemessenheit, 73
```

Informatische Bildung

```
pdfgrep "angemessen" *.pdf
```

```
Hubwieser2007 - 75: Ziele nur erfüllen, wenn sie von angemess-
ener informatischer Bildung in Form
Hubwieser2007 - 77: 5. Stärkung des Schüler-Ichs. Eine ange-
messene informatische Grundausbildung
SchubertSchwill2011 - 27: Schülern ein angemessenes Bild der
Informatik vermittelt, andererseits weil die
SchubertSchwill2011 - 357: Verhalten als auch auf ihre für
die informatische Bildung angemessene innere
```

Allgemein

```
pdfgrep "angemessen" *.pdf
```

```
HumbertDdI2006 - 20: als angemessen angesehen und die Ein-  
teilung in »Informatik Grundlagen«, »Informatik  
HumbertDdI2006 - 67:Anforderungen angemessenen Raum erhält.  
HumbertDdI2006 - 98: offene Phasen angemessen Rechnung zu  
tragen. Die vollständige Unterwerfung der  
HumbertDdI2006 - 103:Elemente der dritten Phase keine ange-  
messene Berücksichtigung für das Qualifikations-  
HumbertDdI2006 - 116: Elemente im Zusammenhang mit der Ge-  
staltung des Unterrichts einen angemessenen Stellen-  
HumbertDdI2006 - 120:ist, um eine angemessene Aufwand-  
/Nutzenrelation für die eigene Unterrichtsgestaltung  
HumbertDdI2006 - 173: Schätzt Situationen angemessen ein  
HumbertDdI2006 - 229: ches Informatik frühzeitig erkennen  
und angemessen darauf reagieren.  
Hubwieser2007 - 97:scheint es angemessen, sie immer wieder  
an verschiedenen Stellen anhand des  
SchubertSchwill2011 - 36:mehr angemessen repräsentiert sei-  
en. Unter diesen Kräften befanden sich zum  
SchubertSchwill2011 - 281:angemessen berücksichtigt" (Ste-  
chert et al., 2007, S. 69-70).  
SchubertSchwill2011 - 306: angemessen berücksichtigen und  
ansprechen.  
SchubertSchwill2011 - 321:da eine objektive am Ende festge-  
stellte Leistung für eine angemessene und
```