



Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik
Institut für Informatik
Arbeitsgruppe Didaktik der Informatik

Dissertation

Eingereicht im Institut Informatik der Universität Paderborn
zum Erlangen des Grades

Doktor der Naturwissenschaften
(Dr. rer. nat.)

Entwicklung und Evaluation des Konzepts Datenbewusstsein für informatische Bildung

von

LUKAS HÖPER

Betreut durch:

Prof. Dr. Carsten Schulte

Prof. Dr. Andreas Mühling

Paderborn, 07. August 2025

Zusammenfassung

Heutzutage sind datengetriebene digitale Artefakte aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken. Bei der Interaktion mit datengetriebenen Artefakten spielen Daten eine zentrale Rolle, unter anderem persönliche Daten von Schüler:innen, die solche Systeme nutzen. Aus der Perspektive informatischer Bildung besteht ein wichtiges Ziel darin, Schüler:innen zu befähigen, datengetriebene digitale Artefakte aus ihrem Alltag zu verstehen, denen gegenüber informierte und reflektierte Positionen einzunehmen und die digitale Welt aktiv mitzugestalten. Das setzt etwa voraus, dass Schüler:innen das Gelernte aus dem Informatikunterricht in ihren alltäglichen Interaktionen mit datengetriebenen digitalen Artefakten anwenden können, um sich mit diesen Artefakten und der Rolle von Daten auseinanderzusetzen und darauf aufbauend selbstbestimmt, mündig und verantwortungsvoll zu handeln. Für diese Ziele informatischer Bildung wird in dieser Arbeit das fachdidaktische Konzept *Datenbewusstsein* entwickelt und evaluiert. Datenbewusstsein stellt Schüler:innen ein sogenanntes Erklärmodell als Zugang zur datengetriebenen Welt bereit und zielt darauf ab, dass sie damit ihre eigene Rolle in Interaktionen mit datengetriebenen digitalen Artefakten sowie die Rolle von Daten darin wahrnehmen, verstehen und reflektieren können. Dadurch soll Datenbewusstsein zu einer selbstbestimmten, mündigen und verantwortungsvollen Handlungsfähigkeit in einer datengetriebenen Welt beitragen. Die Entwicklung und Evaluation des Konzepts orientiert sich am Design-Based Research Ansatz, wofür aus informatikdidaktischer Perspektive ein eigenes Vorgehensmodell entwickelt wurde. Das Forschungsvorhaben hat zwei übergeordnete Ziele: Erstens soll eine theoretische Konzeption von Datenbewusstsein für informatische Bildung und zweitens ein didaktischer Ansatz zur Förderung von Datenbewusstsein entwickelt werden. In drei Zyklen wird die Förderung von Datenbewusstsein im Informatikunterricht mithilfe von Unterrichtsinterventionen empirisch untersucht. Schwerpunkte liegen dabei unter anderem auf dem Verständnis der Schüler:innen von der Rolle von Daten in datengetriebenen digitalen Artefakten, der Förderung ihrer Auseinandersetzung mit solchen digitalen Artefakten im Alltag sowie dem Beitrag zur Entwicklung ihrer Handlungsfähigkeit. Die Hauptergebnisse dieser Arbeit liegen in der Konzeption von Datenbewusstsein sowie im entwickelten didaktischen Ansatz zum Lernen von Erklärmodellen im Informatikunterricht. Danach lernen Schüler:innen im Unterricht ein Erklärmodell für Datenbewusstsein und wenden es auf alltägliche Beispiele für datengetriebene digitale Artefakte an. Die empirischen Ergebnisse werden zeigen, dass Schüler:innen das Erklärmodell verstehen, sie darin eine subjektive Bedeutsamkeit für ihren Alltag erkennen und es ihre Handlungsfähigkeit in alltäglichen Situationen mit datengetriebenen digitalen Artefakten fördern kann.

Abstract

Nowadays, data-driven digital artefacts have become an integral part of our everyday lives. In interactions with such artefacts, data plays a central role, including personal data of students who use these systems, for example. From the perspective of computing education, a key goal is to enable students to understand data-driven digital artefacts from their everyday lives, to adopt informed and reflected positions towards them, and to actively shape the digital world. This, in turn, requires that students are able to apply what they have learned in classes to their everyday interactions with data-driven digital artefacts, allowing them to engage critically with these artefacts and the role of data, and to act in a self-determined, agentic, and responsible way. In line with these goals of computing education, this dissertation develops and evaluates the *data awareness* framework (Datenbewusstsein). Data awareness provides students with an explanatory model that serves as a means of accessing the data-driven world, aiming to help them perceive, understand, and reflect on both their own role in interactions with data-driven digital artefacts and the role of data in those interactions. In doing so, data awareness aims to support students in acting in a self-determined, agentic, and responsible way in a data-driven world. The development and evaluation of the framework follows a design-based research approach, for which a specific procedural model was developed from a computing education perspective. The dissertation has two overarching goals: first, to develop a theoretical framework for data awareness in computing education, and second, to develop an educational approach for fostering students' data awareness. Over three iterative cycles, students' data awareness will be empirically examined through teaching units in computing classes. The focus lies, among other things, on students' understanding of the role of data in data-driven digital artefacts, on fostering their engagement with such artefacts in everyday life, and on contributing to the development of their agency and empowered behaviour. Two main outcomes of this dissertation are the conceptualisation of data awareness and the development of the educational approach to learning explanatory models in computing education. Accordingly, students learn an explanatory model for data awareness in teaching units and apply it to everyday examples of data-driven digital artefacts. The empirical findings will show that students understand the model, perceive it as subjectively relevant to their everyday lives, and that it can support empowered behaviour and agency.

Inhaltsverzeichnis

I	Einleitender Teil	1
1	Einleitung	3
1.1	Worum geht es in dieser Dissertation?	3
1.2	Ziele und Forschungsfragen des Dissertationsvorhabens	6
1.3	Überblick zum Dissertationsvorhaben	9
1.4	Struktur dieser Arbeit	10
II	Ausgangslage	13
2	Theoretischer Hintergrund und Verwandte Arbeiten	15
2.1	Kontext zum Lernen über datengetriebene digitale Artefakte	15
2.1.1	Kontext einer datengetriebenen Welt	16
2.1.2	Zielvorstellung zum Lernen über ddA	18
2.2	Positionierung zum Verständnis informatischer Allgemeinbildung	20
2.2.1	Bedeutung von Bildung und Allgemeinbildung	20
2.2.2	Bezug zu Agency und Empowerment	29
2.3	Positionierung in einem theoretischen Rahmen für die Informatikdidaktik .	36
2.3.1	Komponenten von Hybriden Interaktionssystemen	37
2.3.2	Betrachtungslevel für Hybride Interaktionssysteme	42
2.3.3	Bildungstheoretisch abgeleitete Zielsetzungen	44
2.4	Verwandter Didaktischer Rahmen: Computational Empowerment	45
2.5	Ansätze zum Lernen über Daten und Künstliche Intelligenz	47
2.6	Erfassung von Schüler:innenperspektiven	53
2.6.1	Bewusstsein von und Verständnis über Datenpraktiken	54
2.6.2	Haltungen zu Datenpraktiken und Privatsphäre	60
2.6.3	Wahrgenommene Handlungsunfähigkeit und Resignation	75
2.6.4	Rückbezug von Lernen über Daten und ddA in alltägliche Situationen	79
2.7	Zusammenführung zu einem Bedarf für Datenbewusstsein	83
2.7.1	Bedeutung von Aufmerksamkeit und Bewusstsein	84
2.7.2	Bewusstseinskonzepte bezogen auf digitale Artefakte	87

III	Entwicklung des fachdidaktischen Konzepts	89
3	Vorgehen des Dissertationsvorhabens	91
3.1	Fachdidaktisches Konzept als Zielsetzung des Vorhabens	91
3.2	Design-Based Research in der fachdidaktischen Forschung	92
3.3	Vorgehen dieses Forschungsvorhabens	100
4	Konzept Datenbewusstsein	109
4.1	Überblick zur Darstellung des Konzepts in diesem Kapitel	110
4.2	Inhaltliche Charakterisierung der Interaktionssysteme mit ddA	111
4.2.1	Datengetriebene digitale Artefakte (ddA)	113
4.2.2	Rolle von Daten	117
4.2.3	Besonderheiten der Interaktion und Wechselwirkung	142
4.3	Theoretische Konzeption und Zielsetzungen von Datenbewusstsein	159
4.3.1	Übergeordnete Ziele und Definition	160
4.3.2	Halt-Stopp-Moment als Auslöser für einen Fokuswechsel	165
4.3.3	Fokuswechsel mithilfe Deutungs- und Orientierungsrahmen	169
4.3.4	Auseinandersetzung mit Interaktionssystemen mit ddA: Verstehen und Reflektieren	170
4.3.5	Handlungsfähigkeit im Sinne Datenbewusstseins	175
4.3.6	Zusammenfassung der Theorieelemente	181
4.4	Didaktischer Ansatz zur Förderung von Datenbewusstsein	182
4.4.1	Ansatz zum Lernen von Erklärmodellen	183
4.4.2	Erklärmodell für Datenbewusstsein	191
4.4.3	Didaktischer Ansatz zum Lernen des Erklärmodells	196
5	Unterrichtsvorhaben zum Konzept Datenbewusstsein	203
5.1	Überblick zu den Unterrichtsvorhaben	203
5.2	Kurzdarstellung des Unterrichtsvorhabens zum Mobilfunknetz	205
5.2.1	Fachlicher Kontext	205
5.2.2	Didaktische Kernideen und Überblick zum Unterrichtsverlauf	207
5.3	Kurzdarstellung des Unterrichtsvorhabens zu Empfehlungssystemen	212
5.3.1	Fachlicher Kontext	213
5.3.2	Didaktische Kernideen und Überblick zum Unterrichtsverlauf	216
IV	Zyklen der empirischen Evaluation	221
6	Zyklus 1: Verstehen und Reflektieren der Rolle von Daten	223
6.1	Einordnung in das Dissertationsvorhaben	223
6.2	Stand der Forschung	225
6.3	Methodik	226
6.3.1	Studiendesign und Vorgehen	227
6.3.2	Teilnehmer:innen	228
6.3.3	Einordnung zur Intervention	228
6.3.4	Instrument zur Datenerhebung	229
6.3.5	Datenanalyse	232

6.4	Ergebnisse	233
6.4.1	Beschreibung der Datenerhebung und -verarbeitung	233
6.4.2	Reflektieren über die Datenerhebung und -verarbeitung	237
6.4.3	Zusammenhang zwischen Beschreiben und Reflektieren der Daten- praktiken	238
6.5	Diskussion der Ergebnisse	239
6.6	Limitationen	243
6.7	Schlussfolgerungen und Reflexion im Rahmen des Vorhabens	244
7	Zyklus 2: Bedeutsamkeit des Lernens des Erklärmodells	249
7.1	Einordnung in das Dissertationsvorhaben	249
7.2	Stand der Forschung	252
7.3	Methodik	253
7.3.1	Studiendesign und Vorgehen	253
7.3.2	Teilnehmer:innen	254
7.3.3	Einordnung zur Intervention	255
7.3.4	Interviews zur Datenerhebung	256
7.3.5	Datenanalyse	257
7.4	Ergebnisse	259
7.4.1	Verständnis über die Konzepte: Was haben sie gelernt?	259
7.4.2	Wahrgenommene Bedeutsamkeit: Was habe ich gelernt?	261
7.5	Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse	267
7.5.1	Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse	267
7.5.2	Diskussion der Ergebnisse	269
7.6	Limitationen	272
7.7	Schlussfolgerungen und Reflexion im Rahmen des Vorhabens	273
8	Zyklus 3: Förderung einer Handlungsfähigkeit durch das Lernen des Erklärmodells	277
8.1	Einordnung in das Dissertationsvorhaben	278
8.2	Stand der Forschung	279
8.3	Operationalisierung und Entwicklung eines Messinstruments	281
8.3.1	Erweiterung des Theoretischen Hintergrunds	281
8.3.2	Hypothesenmodell für die Operationalisierung von Datenbewusstsein	290
8.3.3	Entwurf des Fragebogens	293
8.3.4	Methodik zur Evaluation des Fragebogens	298
8.3.5	Ergebnisse	304
8.3.6	Zusammenfassung und Diskussion	307
8.4	Untersuchung zur Förderung von Datenbewusstsein	309
8.4.1	Methodik	309
8.4.2	Ergebnisse	313
8.4.3	Diskussion der Ergebnisse	318
8.4.4	Limitationen	323
8.5	Schlussfolgerungen und Reflexion im Rahmen des Vorhabens	324

V	Schließender Teil	327
9	Zusammenfassung und Fazit	329
9.1	Zusammenfassung	329
9.2	Reflexion des Vorgehens dieser Arbeit	336
9.3	Forschungsbezogenes Fazit	337
9.4	Unterrichtspraktisches Fazit	340
9.5	Ausblick	341
	Literaturverzeichnis	347
	Abkürzungsverzeichnis	381
	Abbildungsverzeichnis	383
	Tabellenverzeichnis	387
	Glossar zu zentralen Begriffen	389
	Anhang	395
A	Hinweise zum Digitalen Anhang	395
B	Hinweise zu den Unterrichtsvorhaben	397
C	Anhang zum ersten Zyklus	399
C.1	Fragebogen	399
C.2	Codierleitfäden für die qualitativen Daten	400
D	Anhang zum zweiten Zyklus	403
D.1	Interviewleitfaden	403
D.2	Codierleitfäden	405
E	Anhang zum dritten Zyklus	407
E.1	Fragebogen	407
E.2	Codierleitfäden	411

Teil I

Einleitender Teil

Einleitung

1.1 Worum geht es in dieser Dissertation?

Heutzutage interagieren wir mit verschiedenen datengetriebenen Systemen, seien es die verschiedenen Apps auf mobilen Endgeräten oder verschiedene Online-Dienste. Bei der Nutzung dieser Systeme spielen Daten eine große Rolle. So werden unter anderem verschiedene Daten über die Nutzenden erhoben und verarbeitet, um beispielsweise Rückmeldungen anzupassen und Personalisierungen vorzunehmen. Das nachfolgende Beispiel soll die Kernidee dessen verdeutlichen, was in diesem Dissertationsvorhaben als „Datenbewusstsein“ (im engl. Data Awareness) bezeichnet wird.

Stellen wir uns folgende Situationen vor: Im Alltag greifen wir über das Internet auf verschiedene Inhalte zu, hören Musik über Streamingplattformen und stehen mit Freunden über soziale Netzwerke in Kontakt. Auch wenn wir uns dessen nicht immer bewusst sind, fallen dabei verschiedene Daten an. Wir denken schlichtweg nicht jedes Mal darüber nach, welche Daten bei welchem Klick erhoben werden könnten, sondern wollen einfach etwas suchen, Musik finden oder uns mit Freunden austauschen. In solchen Alltagssituationen verfolgen wir bestimmte Handlungsziele, die in der Regel nicht das Hinterfragen der Rolle von Daten in diesen digitalen Systemen beinhalten. Doch was ist, wenn wir uns doch die Frage stellen, was dort eigentlich passiert? Zum Beispiel dann, wenn ein System plötzlich eine personalisierte Rückmeldung gibt oder sogar direkt nach persönlichen Informationen und Präferenzen fragt. Aus welchen Gründen auch immer – in solchen Situationen kommen wir an einen Punkt, an dem wir darüber nachdenken, wie diese Systeme funktionieren. Vielleicht empfinden wir auch ein Unbehagen dabei, bestimmte persönliche Informationen bereitzustellen. Wie also können wir in diesen alltäglichen Situationen eine Vorstellung davon entwickeln, was in solchen datengetriebenen Systemen vor sich geht?

Datenbewusstsein setzt genau an solchen Situationen an. Es geht darum, in einer Interaktion mit einem datengetriebenen System in einen sogenannten Halt-Stopp-Moment

einzutreten, also situativ die Nutzung zu unterbrechen und sich aktiv mit der Rolle von Daten in dem jeweiligen System auseinanderzusetzen. Somit steht ein Verstehen und Reflektieren der Datenpraktiken in datengetriebenen Systemen im Vordergrund, statt sich nur darüber bewusst zu sein, *dass* Daten eine Rolle spielen. Darauf aufbauend soll Datenbewusstsein dazu beitragen, in solchen Interaktionen selbstbestimmte und mündige Rollen einzunehmen sowie eine entsprechende Handlungsfähigkeit zu entwickeln – anstatt die jeweiligen Systeme lediglich zu benutzen.

Somit knüpft Datenbewusstsein an allgemeine Zielvorstellungen für den Informatikunterricht an. In solchen Zielvorstellungen ist unter anderem die Befähigung zum Verstehen der digitalen Systeme aus dem Alltag verankert, was etwa ein „Verstehen und Hinterfragen als auch [...] Mitgestalten der digitalen Welt“ (Gesellschaft für Informatik, 2025, S. 4) umfasst. So wird beispielsweise in den Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik im nationalen Kontext formuliert, dass „[z]ur kompetenten und reflektierten Nutzung, Gestaltung und Bewertung von Informatiksystemen [...] ein grundlegendes Verständnis ihres Aufbaus und ihrer Funktionsweise notwendig [ist]“ (Gesellschaft für Informatik, 2025, S. 19). Ähnlich beschreibt der Referenzrahmen für European Computing Education im internationalen Kontext das Ziel, dass Schüler:innen zu informierten Bürger:innen befähigt werden sollen, die etwa digitale Technologien und die digitale Welt verstehen können (Caspersen et al., 2022). Dies umfasst, die Rolle der Informatik in der Welt verstehen, an gesellschaftlichen Diskussionen zu informatischen Themen teilnehmen und digitale Systeme kompetent und verantwortungsvoll nutzen zu können (vgl. Caspersen et al., 2022, S. 4-5). Mit der zunehmenden Bedeutung von datengetriebenen Systeme in unserem Alltag gewinnt auch die Zielsetzung an Bedeutung, dass Schüler:innen solche Systeme verstehen und reflektieren können, um kompetent mit ihnen umgehen, ihre individuellen und gesellschaftlichen Implikationen bewerten, ihre Rolle in der Welt reflektieren und die digitale Welt entsprechend gestalten zu können. Somit greift die vorliegende Arbeit einen Bedarf an fachdidaktischen Konzepten für den allgemeinbildenden Informatikunterricht auf, mit denen Schüler:innen etwas über datengetriebene Systeme, ihre Bedeutung im Alltag sowie ihre potenziellen individuellen und gesellschaftlichen Implikationen lernen. Datenbewusstsein soll daher technische Aspekte aus den Bereichen Daten und Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI) und Data Science mit entsprechenden Fragestellungen aus dem Bereich Informatik, Mensch und Gesellschaft (siehe z.B.: Gesellschaft für Informatik, 2025) verknüpfen.

Dieses Dissertationsvorhaben schlägt mit Datenbewusstsein ein fachdidaktisches Konzept für den Informatikunterricht vor, in dem die zuvor skizzierte Grundidee von Datenbewusstsein ausgearbeitet wurde. Das Konzept geht von einer allgemeinbildenden Ausrichtung aus und zielt darauf ab, dass Schüler:innen im Unterricht etwas lernen, was ihnen in alltäglichen Situationen mit datengetriebenen Informatiksystemen – in dieser Arbeit als datengetriebene digitale Artefakte (ddA) bezeichnet – hilft. Das Konzept soll somit unterstützen, dass Schüler:innen im Lernen über ddA eine subjektive Bedeutsamkeit erkennen und darauf aufbauend in alltäglichen Situationen mit ddA eine fundierte Handlungsfähigkeit entwickeln.

Datenbewusstsein verfolgt zusammenfassend das Ziel, Schüler:innen zu befähigen, in alltäglichen Interaktionen mit ddA in einen Halt-Stopp-Moment einzutreten, ihre Aufmerksamkeit auf die Rolle von Daten in diesen Interaktionssystemen zu richten, sich damit auseinanderzusetzen und so eine selbstbestimmte, mündige und verantwortungsvolle

Handlungsfähigkeit zu entwickeln. Demzufolge soll Datenbewusstsein Schüler:innen einen Zugang zu einer von ddA getriebenen Welt ermöglichen und ihre Selbstbestimmung und Mündigkeit bei der Teilhabe und Gestaltung der digitalen Welt fördern. Konkret geht es bei Datenbewusstsein somit um das Wahrnehmen, Erkennen und Reflektieren der eigenen Rolle und der Rolle von Daten in solchen Interaktionen mit ddA. Dies soll beispielsweise informierte, reflektierte und gestaltende Handlungsweisen in diesen Interaktionssystemen als Gegensatz zu rein passiven Rollen der Schüler:innen unterstützen.

Die Entwicklung und Evaluation des Konzepts orientiert sich an dem Design-Based Research Ansatz, mit dem die verschiedenen Bereiche des Konzepts über mehrere Zyklen hinweg entwickelt und empirisch untersucht wurden. Im Verlauf des Vorhabens wurde dabei unter anderem die Bedeutung von Datenbewusstsein fortlaufend konkretisiert und die theoretische Konzeption sowie der didaktische Ansatz des Konzepts ausgearbeitet. Die theoretische Konzeption stützt sich sowohl auf bestehende Theorien als auch auf die Ergebnisse der empirischen Untersuchungen in den Zyklen. Auf der Grundlage eigener Unterrichtsvorhaben, die in den Zyklen als Interventionen dienten, wurde ein didaktischer Ansatz aufgestellt. Dieser beschreibt im Kern das Lernen von Erklärmodellen oder konkret in diesem Fall das Lernen eines Erklärmodells über ddA. Als zentrales Element der Zyklen wurde die Förderung von Datenbewusstsein im Informatikunterricht empirisch untersucht. Im Mittelpunkt steht dabei die Erarbeitung des Konzepts, insbesondere das theoretische Verständnis sowie die Frage, was unter Datenbewusstsein verstanden werden kann. Die Ausdifferenzierung von Kompetenzen und die Entwicklung entsprechender Kompetenzmodelle liegen dabei nicht im Schwerpunkt der Arbeit.

Das Entwickeln der theoretischen Konzeption, der Zielsetzungen sowie des didaktischen Ansatzes setzt eine inhaltliche Positionierung des Konzepts voraus. Ein gängiges Vorgehen wäre dabei die Auswahl zentraler Konzepte aus der wissenschaftlichen Disziplin der Informatik, zu deren Vermittlung im Unterricht entsprechende Ansätze entwickelt werden. Für Datenbewusstsein stellt sich allerdings die Frage, worum es bei der Rolle von Daten in ddA im Zusammenhang mit den alltäglichen Situationen der Schüler:innen konkret geht. Im Alltag interagieren Schüler:innen mit unterschiedlichen ddA, was in verschiedenen Erfahrungen und Vorstellungen resultiert. Das Konzept zielt daher darauf ab, an die alltäglichen Perspektiven und Erfahrungen der Schüler:innen anzuknüpfen. Ausgehend von der Idee der Hybriden Interaktionssysteme (HIS) (vgl. Schulte, 2022; Schulte & Budde, 2018; Schulte et al., 2018) werden ddA daher im Kontext der Interaktion zwischen Mensch (z.B. Schüler:innen) und ddA betrachtet. Somit wird eine didaktische Perspektive auf Interaktionssysteme mit ddA eingenommen, von der ausgehend eine inhaltliche Charakterisierung dieser Art von Interaktionssystemen mit einem Fokus auf die Rolle von Daten vorgenommen wird. Dies spezifiziert die inhaltliche Ausrichtung des Konzepts und bildet zugleich die Grundlage für das zuvor genannte Erklärmodell für ddA, das Schüler:innen im Unterricht im Sinne der Förderung von Datenbewusstsein lernen sollen.

Insgesamt setzt sich das Konzept Datenbewusstsein demnach im Wesentlichen aus drei Bereichen zusammen:

1. **Inhaltliche Charakterisierung der Interaktionssysteme mit ddA:** Zur inhaltlichen Ausrichtung von Datenbewusstsein wird eine Charakterisierung der Interaktionssysteme bestehend aus Mensch und ddA vorgenommen. Im Fokus steht dabei insbesondere die Rolle von Daten, was etwa die Erhebung persönlicher Daten, deren Verarbeitung mit verschiedenen datengetriebenen Methoden sowie der damit

verfolgten Zwecke und Intentionen umfasst. Dies bildet die Grundlage für ein konkretes Erklärmodell als thematische Orientierung und Lerngegenstand für die im Dissertationsvorhaben entwickelten Unterrichtsvorhaben.

2. **Theoretische Konzeption und Zielsetzungen:** Im Laufe des Vorhabens wurden eine theoretische Konzeption für Datenbewusstsein entwickelt und die Zielsetzungen des Konzepts konkretisiert. Auf Grundlage theoretischer Arbeiten sowie empirischen Untersuchungen können so vier theoretische Elemente des Konzepts herausgearbeitet werden. Diese konkretisieren unter anderem die Bedeutung der Auseinandersetzung mit der Rolle von Daten in alltäglichen Interaktionen mit ddA sowie die Entwicklung einer selbstbestimmten, mündigen und verantwortungsvollen Handlungsfähigkeit in solchen Alltagssituationen.
3. **Didaktischer Ansatz zur Förderung von Datenbewusstsein:** Aufbauend auf der inhaltlichen Charakterisierung der Interaktionssysteme sowie der theoretischen Konzeption und den Zielsetzungen für Datenbewusstsein wurden Unterrichtsvorhaben entwickelt. Diese dienten als Interventionen in den empirischen Untersuchungen dieses Vorhabens. Anhand der Unterrichtsvorhaben und den Zyklen des Forschungsvorhabens wird ein didaktischer Ansatz zur Förderung von Datenbewusstsein erarbeitet. Dieser Ansatz beschreibt das Lernen von Erklärmodellen. Im Kontext von Datenbewusstsein lernen die Schüler:innen ein Erklärmodell für ddA kennen und wenden es unter anderem als analytische Brille auf ddA an, sodass es einen Deutungs- und Orientierungsrahmen für die Auseinandersetzung mit der Rolle von Daten in Interaktionen mit ddA bietet.

1.2 Ziele und Forschungsfragen des Dissertationsvorhabens

Ausgehend von der zuvor beschriebenen Ausrichtung und den Zielsetzungen von Datenbewusstsein orientiert sich das Dissertationsvorhaben im Wesentlichen an zwei übergeordneten Leitfragen:

- (L1) Wie lässt sich Datenbewusstsein für den allgemeinbildenden Informatikunterricht konzeptionieren?
- (L2) Wie lässt sich ein Datenbewusstsein von Schüler:innen durch Unterrichtsinterventionen fördern?

In Anlehnung an Shavelson und Towne (2002) handelt es sich bei diesen eher allgemeinen Leitfragen nicht um empirisch überprüfbare Forschungsfragen, sodass eine Überführung in konkrete Forschungsfragen erforderlich ist. Nachfolgend werden Forschungsfragen der vorliegenden Arbeit aufgeführt und erläutert. Diese werden im Rahmen der empirischen Untersuchungen in den Zyklen weiter konkretisiert und in Teilfragen untergliedert. Für die Übersichtlichkeit und Verständlichkeit wird diese Feingliederung der Forschungsfragen in die späteren Abschnitte der vorliegenden Arbeit verschoben.

Zunächst stellt sich die Frage, worum es bei Datenbewusstsein inhaltlich gehen soll. Die Rolle von Daten in Interaktionen mit ddA kann sich auf verschiedene Aspekte beziehen,

wie etwa auf technische Aspekte datengetriebener Methoden des Maschinellen Lernens (ML) oder auf gesellschaftliche und rechtliche Fragestellungen zum Umgang mit Daten. So könnte es beispielsweise um das Implementieren solcher datengetriebenen Methoden oder Verfahren gehen, aber auch um die Bewertung der Herausforderungen, die solche Technologien für Privatsphäre oder Demokratie haben können. Für die Entwicklung des Konzepts Datenbewusstsein ist daher eine thematische Eingrenzung erforderlich, also eine Konkretisierung dessen, was mit der Rolle von Daten gemeint ist. Demzufolge muss eine für Datenbewusstsein spezifische Perspektive auf ddA entwickelt werden. Cukier et al. (2022) bezeichnen eine solche Perspektive als Frame, womit sie beschreiben, wie etwas betrachtet und was dabei konkret wahrgenommen wird. Die Festlegung einer solchen Perspektive für Datenbewusstsein bedeutet demnach zu klären, wie Schüler:innen ddA aus ihrem Alltag heraus wahrnehmen und womit sie sich schließlich im Sinne Datenbewusstseins auseinandersetzen sollen. Dies kann etwa umfassen, bestimmte Datenpraktiken gezielt in den Blick zu nehmen. Für Datenbewusstsein ist also nötig zu charakterisieren, was mit der Rolle von Daten in Interaktionen mit ddA gemeint ist. Dies liefert ebenfalls eine Antwort darauf, was Schüler:innen für Datenbewusstsein im Unterricht lernen sollen. Entsprechend beschäftigt sich die vorliegende Arbeit mit der folgenden Forschungsfrage.

(RQ1_{Diss}) Welche Rolle spielen Daten in Interaktionssystemen mit datengetriebenen digitalen Artefakten?

Diese inhaltliche Charakterisierung der Interaktionssysteme mit ddA erstreckt sich über das gesamte Vorhaben und findet parallel zu den Zyklen statt.

Mit der Charakterisierung der Rolle von Daten in Interaktionssystemen mit ddA in der vorherigen Forschungsfrage wird zugleich geklärt, was die Schüler:innen bei der Förderung von Datenbewusstsein inhaltlich lernen sollen. Wie sich im Verlauf des Forschungsvorhabens gezeigt hat, liefert diese Charakterisierung ein sogenanntes *Erklärmodell*, das auf einer Betrachtungsweise von Interaktionssystemen mit ddA basiert. Dieses Erklärmodell wird später aufbauend auf der inhaltlichen Charakterisierung dieser Interaktionssysteme in Abschnitt 4.4 beschrieben. Dessen Entwicklung ist Teil des gesamten Vorhabens. Im Sinne der zuvor skizzierten übergeordneten Ziele sollen Schüler:innen nicht nur fachliches Wissen über ddA aufbauen, sondern auch dazu befähigt werden, in alltäglichen Interaktionen mit ddA die Rolle von Daten zu verstehen und diese Interaktionssysteme zu reflektieren. Das Konzept Datenbewusstsein soll Schüler:innen dabei unterstützen, das Gelernte auf alltägliche ddA anwenden zu können. Die folgende Forschungsfragen fokussiert daher die didaktische Komponente: die Befähigung der Schüler:innen zum Verstehen und Reflektieren der Rolle von Daten in solchen Interaktionssystemen.

(RQ2_{Diss}) Wie können Schüler:innen durch Unterricht befähigt werden, in alltäglichen Interaktionen mit datengetriebenen digitalen Artefakten die Rolle von Daten erkennen, verstehen und reflektieren zu können?

In den verschiedenen Zyklen dieses Vorhabens wird dieser Forschungsfrage nachgegangen. Der didaktische Ansatz des Konzepts Datenbewusstsein stellt eine zusammenfassende Antwort auf diese Forschungsfrage dar.

Anknüpfend an die vorherige Forschungsfrage umfassen die Ziele zur Förderung von Datenbewusstsein unter anderem, dass Schüler:innen die im Unterricht erworbenen Kenntnisse im Alltag anwenden können. Es sollte also ein Bezug zwischen Lernen im Unterricht und alltäglichen Interaktionen mit ddA hergestellt werden.

1.2 ZIELE UND FORSCHUNGSFRAGEN DES DISSERTATIONSVORHABENS

Dieser Bezug wird in der Abbildung 1.1 visualisiert. Die zugrunde liegende Argumentation ist wie folgt: Durch die Rolle von ddA in der heutigen Welt – bedingt unter anderem durch die Digitalisierung und Datafizierung – ergibt sich als Beitrag zur Selbstbestimmung in einer von ddA geprägten Welt die Notwendigkeit, dass Schüler:innen etwas über diese digitalen Artefakte lernen. Ziel dabei ist es etwa, sie zu befähigen, ddA aus ihrem Alltag zu verstehen und ihre Interaktionen mit solchen Systemen zu reflektieren. Für ein effektives Lernen über ddA werden fachdidaktische Konzepte und Ansätze entwickelt. Wenn Schüler:innen dann im Informatikunterricht etwas über ddA lernen (z.B. solche Systeme analysieren und entwickeln können), erwarten wir eine Rückbindung des Gelernten in den Alltag. Das bedeutet, dass das Gelernte für die Schüler:innen eine Bedeutsamkeit im Alltag entfaltet und sie ihre im Unterricht erworbenen Kenntnisse im Alltag nutzen können, um so die ddA verstehen und reflektieren zu können.

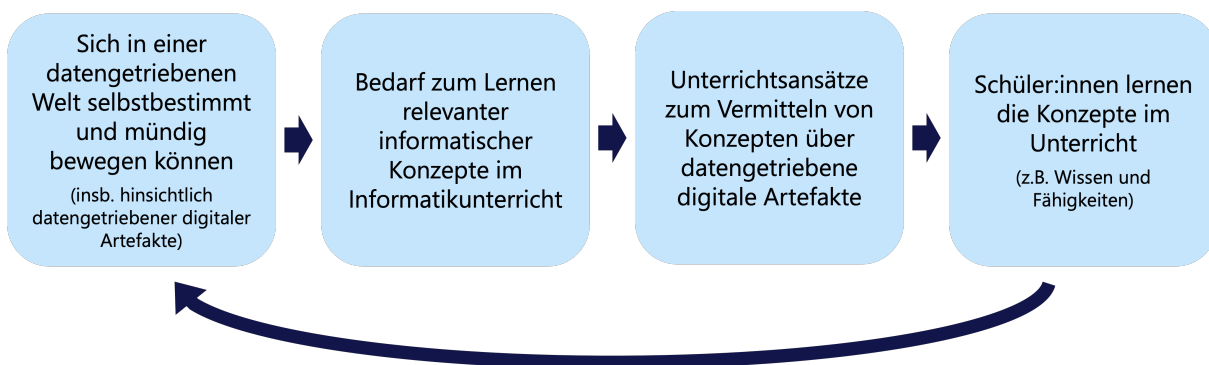


Abbildung 1.1: Typische Argumentation zur Rückbindung des Gelernten in den Alltag

Während die zweite Forschungsfrage darauf abzielt zu untersuchen, wie Schüler:innen befähigt werden können, entsprechende Kenntnisse zu entwickeln (z.B. ddA hinsichtlich der Rolle der Daten verstehen und reflektieren können), bleibt die Frage nach der Rückbindung an den Alltag offen. Konkret stellt sich also die Frage, ob die Schüler:innen die im Unterricht erworbenen Kenntnisse auch im Alltag anwenden können. Mit anderen Worten geht es darum, ob das Lernen über ddA im Sinne des Konzepts Datenbewusstsein eine subjektive Bedeutsamkeit im alltäglichen Leben der Schüler:innen entfalten kann und wie sich diese Bedeutsamkeit konkret äußern kann. In diesem Forschungsvorhaben wird daher folgende Forschungsfrage untersucht.

(RQ3_{Diss}) Inwiefern kann das Lernen über datengetriebene digitale Artefakte für Schüler:innen in ihren alltäglichen Interaktionen mit datengetriebenen digitalen Artefakten subjektiv bedeutsam sein?

Diese Forschungsfrage wird im Rahmen der Zyklen untersucht, wobei sie im Wesentlichen erst ab dem zweiten Zyklus konkreter in den Blick genommen wird. Die Erkenntnisse aus den Zyklen zu dieser Frage leisten schließlich einen Beitrag zur theoretischen Konzeption von Datenbewusstsein und zum didaktischen Ansatz des Konzepts.

Im Rahmen der übergeordneten, allgemeinbildungsorientierten Ziele des Konzepts soll Datenbewusstsein zur Selbstbestimmung und Mündigkeit in einer von ddA geprägten Welt beitragen. Dies umfasst insbesondere auch die Entwicklung einer Handlungsfähigkeit – im Gegensatz zu einer passiven und fremdbestimmten Rolle in alltäglichen Interaktionen mit

ddA. In diesem Sinne stellt sich die Frage, ob das Konzept Datenbewusstsein auch im Alltag der Schüler:innen eine Wirkung entfalten kann und damit zu ihrer Selbstbestimmung und Mündigkeit beiträgt. Anknüpfend an die beiden vorherigen Forschungsfragen wird daher ebenfalls untersucht, ob das Lernen über ddA sowie die Rückbindung in den Alltag einen Effekt auf das alltägliche Interagieren mit ddA haben. Im Fokus steht dabei insbesondere das Lernen des Erklärmodells als Kern des didaktischen Ansatzes. Dies mündet in der folgenden Forschungsfrage.

(RQ4_{Diss}) Inwiefern kann das Lernen eines Erklärmodells für datengetriebene digitale Artefakte dazu beitragen, dass Schüler:innen gelernte Konzepte im Alltag nutzen und eine Handlungsfähigkeit in Interaktionen mit datengetriebenen digitalen Artefakten entwickeln?

Dieser Forschungsfrage wird insbesondere im letzten Zyklus nachgegangen, gleichwohl erste Ideen im zweiten Zyklus explorativ untersucht wurden. Die entsprechenden Erkenntnisse stellen eine wichtige Grundlage für die theoretische Konzeption von Datenbewusstsein dar, wie etwa hinsichtlich der Förderung der Handlungsfähigkeit und der Einnahme informierter Rollen in alltäglichen Interaktionen mit ddA. Ein zentraler Schritt dabei ist die Klärung, was unter Handlungsfähigkeit in dieser Arbeit verstanden wird, wie später in Abschnitt 4.3.5 näher konkretisiert wird.

1.3 Überblick zum Dissertationsvorhaben

Der Titel dieses Dissertationsvorhabens verweist neben der Entwicklung des Konzepts Datenbewusstsein ebenfalls auf dessen Evaluation. Dies kann irreführenderweise eine Zweiphasigkeit dieses Vorhabens suggerieren. Stattdessen wurde in dieser Arbeit mit dem Design-Based Research Ansatz ein Vorgehen umgesetzt, bei dem das Konzept gleichzeitig entwickelt und empirisch evaluiert wird. Kennzeichnend für das Vorgehen ist ein zyklischer Prozess empirischer Untersuchungen, die zur kontinuierlichen Weiterentwicklung des Konzepts beitragen. Ein wichtiges Merkmal ist dabei das Wechselspiel zwischen Theoriebildung und empirischer Untersuchung. Hervorzuheben ist, dass sowohl die theoretischen Elemente des Konzepts, wie etwa die theoretische Konzeption von Datenbewusstsein, und der didaktische Ansatz auf den Erkenntnisse aus den Zyklen beruhen, als auch umgekehrt die Zyklen durch die Weiterentwicklung des Konzepts geleitet werden. Das Ziel dieses Design-Based Research Vorhabens ist also die Entwicklung eines Konzepts, das in konkreten Unterrichtsvorhaben umgesetzt werden kann, dabei aber über konkrete Unterrichtsvorhaben und Materialien hinausgeht.

In diesem Forschungsvorhaben wurden unterschiedliche Arten von Zyklen umgesetzt: Manche Zyklen fokussieren sich auf die praktische Erprobung der Unterrichtsvorhaben und der dazugehörigen Materialien, während andere Zyklen empirische Untersuchungen hinsichtlich der zuvor beschriebenen Forschungsfragen darstellen (siehe Abschnitt 3.3 für weitere Erklärungen). In der vorliegenden Arbeit liegt der Fokus auf der Darstellung der zweiten Art von Zyklen. Demzufolge werden in dieser Arbeit drei empirische Untersuchungen beschrieben:

Zyklus 1: In diesem Zyklus wird untersucht, ob Schüler:innen Datenpraktiken in alltäglichen Interaktionen mit ddA verstehen und inwiefern ein Unterrichtsvorhaben zu

Datenbewusstsein ihnen eine differenziertere Perspektive auf die Rolle von Daten eröffnet. Im Fokus stehen das Erkennen der Datenerhebung und -verarbeitung in alltäglichen Beispielen für ddA sowie das Auseinandersetzen und Reflektieren der eigenen Interaktionen mit ddA im Alltag.

Zyklus 2: Die Untersuchung dieses Zyklus legt den Fokus auf die Rückbindung des Gelernten an den Alltag und auf die subjektive Bedeutsamkeit, die Schüler:innen dem Lernen über ddA zuschreiben. Dies umfasst insbesondere zu analysieren, wie sie das Erklärmodell mit ihren alltäglichen Erfahrungen mit ddA verknüpfen, ihre Interaktionen reflektieren und inwiefern dies die Entwicklung ihrer Handlungsfähigkeit in solchen Interaktionen unterstützen kann.

Zyklus 3: In diesem Zyklus stehen das Nutzen des Erklärmodells in alltäglichen Interaktionen mit ddA und die Entwicklung einer Handlungsfähigkeit in diesen Interaktionen im Fokus. Untersucht wird, ob ein Unterrichtsvorhaben zu Datenbewusstsein – insbesondere das damit verbundene Lernen des Erklärmodells – die Auseinandersetzung der Schüler:innen mit ddA im Alltag fördert und zu ihrer Handlungsfähigkeit in alltäglichen Interaktionen mit ddA beiträgt.

Ergänzt durch Literatur- und Theoriearbeit tragen die drei Zyklen wesentlich zur Entwicklung des Konzepts Datenbewusstsein bei, insbesondere zur theoretischen Konzeption und der Schärfung der Zielsetzungen des Konzepts. Darüber hinaus konnte auf Grundlage der Zyklen ein didaktischer Ansatz für Datenbewusstsein abgeleitet werden. Das Dissertationsvorhaben liefert damit als zentrales Ergebnis ein theorie- und empiriebasiertes fachdidaktisches Konzept mit einer theoretischen Konzeption und einem didaktischen Ansatz. In Anlehnung an die erste Forschungsfrage wird das Konzept durch eine inhaltliche Charakterisierung der Interaktionssysteme mit ddA als Lerngegenstand im allgemeinbildenden Informatikunterricht ergänzt. Zudem stellt das Dissertationsvorhaben auf unterrichtspraktischer Ebene konkrete und erprobte Unterrichtsvorhaben und Materialien bereit. Ausgehend von den empirischen Untersuchungen bietet das Vorhaben außerdem empirische Ansätze und Messinstrumente zur Untersuchung der Förderung von Datenbewusstsein. Im Rahmen des Dissertationsvorhabens wurden ebenfalls Fortbildungen für Lehrkräfte entwickelt und mehrfach durchgeführt, wodurch das Vorhaben – neben einem Beitrag zur Entwicklung und Evaluation des Konzepts – um einen praxisorientierten Transfer erweitert wurde.

1.4 Struktur dieser Arbeit

Die Darstellung des Dissertationsvorhabens in der vorliegenden Arbeit ist in fünf Teile gegliedert. Nach dem einleitenden Teil folgen Teile zur Ausgangslage, zum Konzept, zu den Zyklen sowie ein abschließender Teil. Die Abbildung 1.2 veranschaulicht die Struktur dieser Teile und der zugehörigen Kapitel.

Im Kapitel 2 wird die Ausgangslage für diese Dissertation erarbeitet. Sie umfasst sowohl relevante Theorien, Ansätze als auch empirische Arbeiten. Neben der theoretischen Positionierung wird insbesondere auch der Bedarf für das Konzept Datenbewusstsein erläutert. Das Kapitel bildet zudem die Grundlage für die zuvor beschriebenen Forschungsfragen sowie die anschließenden Abschnitte dieser Arbeit – insbesondere für die theore-

KAPITEL 1. EINLEITUNG

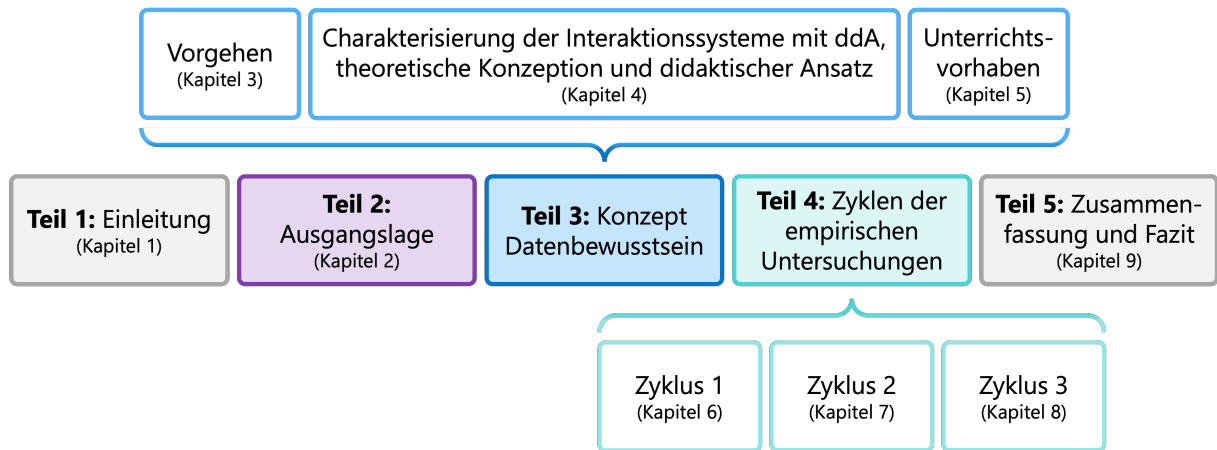


Abbildung 1.2: Überblick zur Struktur der vorliegenden Arbeit

tische Konzeption von Datenbewusstsein und die Zyklen. Wie bereits erwähnt, wird zur Entwicklung und Evaluation des Konzept ein Design-Based Research Ansatz verfolgt, für den ein eigenes Vorgehensmodell erarbeitet wurde. Dieses wird im Kapitel 3 erläutert. Aufgrund des gewählten Vorgehens bauen die verschiedenen Zyklen auf unterschiedlichen Entwicklungsstadien des Konzepts auf. Der letzte Stand des Konzepts basiert somit auf den Erkenntnissen aus der Theoriearbeit sowie den drei Zyklen. Das daraus entwickelte Konzept wird im Kapitel 4 beschrieben. Es gliedert sich in drei Bereiche: die Charakterisierung der Interaktionssysteme mit ddA, die theoretische Konzeption und den didaktischen Ansatz. Für das Forschungsvorhaben wurden zwei konkrete Unterrichtsvorhaben entwickelt, die in den Zyklen als Interventionen durchgeführt wurden. Sie werden im Kapitel 5 skizziert. Die wesentlichen Schritte der Konzeptentwicklung und die Erkenntnisse aus den empirischen Untersuchungen werden in den Kapiteln zu den Zyklen dargestellt. Jeder Zyklus umfasst im Wesentlichen eine empirische Untersuchung und daraus abgeleitete Implikationen für die Weiterentwicklung des Konzepts, das genutzte Unterrichtsvorhaben und den didaktischen Ansatz. Diese werden in den Kapiteln 6, 7 und 8 dargestellt. Im abschließenden Teil werden zentrale Aspekte dieser Arbeit reflektiert (siehe Kapitel 9). Dazu werden ein forschungsmethodisches, ein theoriebezogenes, ein unterrichtspraktisches und ein allgemeines Fazit gezogen. Zudem werden weiterführende Forschungsperspektiven aufgezeigt.

1.4 STRUKTUR DIESER ARBEIT

Teil II

Ausgangslage

Theoretischer Hintergrund und Verwandte Arbeiten

2

Zusammenfassung dieses Kapitels

Die vorliegende Arbeit verortet sich im Kontext des Lernens in und über die datengetriebene Welt, also insbesondere eine Welt, die von datengetriebenen digitalen Artefakten geprägt wird, und verfolgt Ziele informatischer Allgemeinbildung. Dieses Kapitel beginnt daher mit einer Diskussion des kontextuellen Rahmens zur Rolle von Daten in der digitalen Welt, um die thematische Ausrichtung des Konzepts Datenbewusstsein aufzuzeigen. Anschließend findet eine Positionierung der vorliegenden Arbeit zu ihrer bildungstheoretischen Rahmung sowie ihrer fachdidaktischen Rahmung statt. Dadurch soll einerseits die Betrachtungsweise für den anschließend diskutierten Problemkontext skizziert werden und andererseits der Rahmen für die Theoriebildung dargestellt werden, zu dem diese Arbeit beitragen soll. Danach werden relevante Erkenntnisse zu Schüler:innenperspektiven diskutiert, die schließlich als Grundlage für die Entwicklung des Konzepts Datenbewusstsein dienen. Das Kapitel schließt mit einer Zusammenführung der diskutierten Stränge aus Sicht eines theoretischen Verständnisses eines Bewusstseinsbegriffs.

2.1 Kontext zum Lernen über datengetriebene digitale Artefakte

Heutzutage spielen Daten und datengetriebene digitale Artefakte (ddA) eine große Rolle und prägen den Alltag. In diesem Abschnitt wird dieser Kontext einer datengetriebenen Welt für die Begründung des Lernens über ddA betrachtet. Die konkrete Ausdifferenzierung des Begriffs der ddA als spezielle Art von digitalen Artefakten erfolgt allerdings erst später im Abschnitt 4.2.1.

2.1.1 Kontext einer datengetriebenen Welt

Digitale Artefakte wie Anwendungen auf Smartphones sind fester Bestandteil unseres alltäglichen Lebens. Wicker (2018) bezeichnet sie sogar als Erweiterung unseres Selbst. Sie sind allgegenwärtig und durchdringen nahezu alle Lebensbereiche. Kitchen formuliert dies mit einem sehr breiten Algorithmusbegriff wie folgt:

„Algorithms search, collate, sort, categorise, group, match, analyse, profile, model, simulate, visualise and regulate people, processes and places“ (Kitchen, 2017, S. 18).

Digitale Systeme prägen demnach unsere Wahrnehmung der Welt und somit „shape how we understand the world“ (Kitchen, 2017, S. 18). So argumentieren Kitchen und Dodge, dass digitale Systeme und eine physische Welt in vielen Situationen eng miteinander verflochten sind und sich gegenseitig konstituieren (vgl. Kitchen & Dodge, 2011). Als Beispiel nennen sie einen Check-In Bereich, der von der entsprechenden Software abhängig ist und ohne funktionierende digitale Systeme nur noch ein „chaotic waiting room“ (Kitchen & Dodge, 2011, S.17) wäre. Eine klare Trennung zwischen einer analogen, physischen Welt und dem Digitalen ist daher in vielen Fällen kaum mehr sinnvoll möglich. Vor diesem Hintergrund wird in dieser Arbeit mit der Nutzung von Begriffen wie der digitalen oder datengetriebenen Welt nicht auf eine Abgrenzung zu einer vermeintlichen anderen analogen Welt abgezielt. Stattdessen soll damit die Bedeutung der Digitalität oder die Rolle von Daten hervorgehoben werden.

Wie in Diskussionen im Zusammenhang mit Big Data, Data Science oder auch ML deutlich wird, geht es bei solchen digitalen Artefakten immer häufiger auch um datengetriebene Systeme – etwa ML-basierte Anwendungen. Bei denen spielen Daten eine große Rolle (siehe z.B.: Sculley et al., 2015). So ermöglichen große Datenmengen, Zusammenhänge, Muster oder Regeln abzuleiten beziehungsweise zu trainieren, zu denen zuvor kausale Begründungen erarbeitet werden mussten (vgl. Mayer-Schönberger & Cukier, 2017). Dies bildet die Grundlage für die Funktionsweise datengetriebener Anwendungen. Diese finden sich in vielen Situationen unseres alltäglichen Lebens wieder (siehe Beispiele bei: O’Neil, 2016; Rahwan et al., 2019).

Die für diese Systeme verwendeten Daten stammen häufig aus den Interaktionen von Individuen mit digitalen Anwendungen. So dienen Nutzende in vielen solcher Systeme als Datenquellen (vgl. Blackwell, 2015). Schüler:innen sind als Nutzende von datengetriebenen Systemen Gegenstand der Datenpraktiken; über sie werden persönliche Daten¹ erhoben und für verschiedenste Zwecke genutzt. Dies umfasst insbesondere die Verwendung persönlicher Daten für kommerzielle Zwecke, etwa das Vorhersagen des zukünftigen

¹In dieser Arbeit wird bewusst der Begriff der persönlichen Daten verwendet anstatt den eher engen Begriff der personenbezogenen Daten aus dem Datenschutzkontext zu nutzen. Hintergrund ist, dass für das Konzept Datenbewusstsein auch solche Daten relevant sind, die etwa mal einen Bezug zu Personen hatten, aber nicht mehr eindeutig einer Person zugeordnet werden können – etwa durch Anonymisierung, Aggregation oder Modellbildung. So werden hier auch Daten inbegriffen, die einen Bezug oder Ursprung bei Personen haben beziehungsweise für Personen relevant sind, ohne dass aber immer ein eindeutiger Bezug zu einem Individuum möglich sein muss (anknüpfend an ein Begriffsverständnis z.B. von: Couldry & Mejias, 2019). Dazu zählen zum Beispiel abgeleitete Daten oder gruppenbezogene Daten. Für weitere Diskussion diesbezüglich zum Begriff der personenbezogenen Daten siehe etwa bei Mühlhoff und Ruschemeier (2024) und Mann und Matzner (2019).

Verhaltens des Nutzenden und das Eingreifen in die Interaktion, mit dem Ziel, das Verhalten des Nutzenden zu beeinflussen (Zuboff, 2019b). Die Interaktionen zwischen Mensch und digitalen Artefakten können somit etwa als eine Art Echtzeitlabor genutzt werden, in dem mit der Einflussnahme auf das Verhalten der Nutzenden experimentiert wird (vgl. Montag, 2021; Mühlhoff, 2018). Durch die Anwendung von datengetriebenen Methoden, wie etwa ML-Verfahren, wird es zudem möglich, beispielsweise aus vermeintlich harmlosen Daten über das Nutzungsverhalten des Individuums sensible persönliche Daten vorherzusagen (Mühlhoff, 2022).

Dies verdeutlicht die Notwendigkeit sich mit solchen Systemen und deren Implikationen zu befassen. Allgemein sind die individuellen und gesellschaftlichen Auswirkungen solcher datengetriebenen digitalen Artefakte vielfältig (siehe z.B.: Rahwan et al., 2019; Tufekci, 2014). Zum Beispiel werden Fragen rund um persönliche Daten, Privatsphäre und Autonomie drängender (siehe z.B.: Blackwell, 2015). Das zuvor beschriebene Beeinflussen des Verhaltens eines Individuums steht etwa im Widerspruch zur Selbstbestimmung oder das Beispiel des Vorhersagens sensibler Daten stellt einen Eingriff in die Privatsphäre der Nutzenden dar – womöglich sogar ohne, dass sie das bemerken.

Neben individuellen Auswirkungen werfen Praktiken rund um (persönliche) Daten ebenfalls gesellschaftliche Fragen auf, etwa in Bezug auf Fairness, Transparenz und Machtasymmetrien (vgl. O’Neil, 2016). Im Hinblick auf Auswirkungen auf einer gesellschaftlichen Ebene stellt Zuboff (2019b) das Konzept des Überwachungskapitalismus vor (siehe auch die ursprüngliche englischsprachige Fassung: Zuboff, 2019a) und setzt sich dabei mit den asymmetrischen Macht- und Kontrollverhältnissen zwischen Nutzenden und Anbietenden von digitalen Plattformen auseinander. Dabei wird deutlich, dass Auswirkungen von Datenpraktiken nicht durch die Existenz von digitalen Artefakten hervorgerufen werden, sondern die zugrunde liegenden Zwecke und wirtschaftlichen Entscheidungen die treibende Rolle spielen. Ein ähnliches Konzept beschreiben Couldry und Mejias (2019) mit der Idee des Datenkolonialismus, womit sie eine neue Form der Aneignung und Kontrolle (im Sinne des Kolonialismus) über (persönliche) Daten greifen wollen. Sie beschreiben damit also – ähnlich wie Zuboff – Individuen als Datenressourcen, womit wirtschaftliche Interessen verfolgt werden können. Neben diesen Konzepten gibt es einen breiten Diskurs zu Phänomenen der durch Daten beeinflussten asymmetrischen Machtverhältnisse, die Intransparenz zwischen Nutzenden und Anbietenden und Implikationen für Gesellschaft (siehe z.B.: Bruntun & Nissenbaum, 2015; Burrell, 2016; Kennedy et al., 2015; West, 2019).

Im Zusammenhang mit Datenpraktiken und deren Implikationen sollte auch darauf hingewiesen werden, dass diese zwar oft mit kommerziellen Interessen in Verbindung gebracht werden, etwa im Rahmen datengetriebener Geschäftsmodelle (siehe z.B.: Zuboff, 2018), diese allerdings nicht grundsätzlich negativ zu bewerten sind. Als Beispiel sei dafür der Kontext der Computational Social Science erwähnt (z.B. Lazer et al., 2009, 2020). Diese Disziplin beschäftigt sich primär mit „development and application of computational methods to complex, typically large-scale, human (sometimes simulated) behavioral data“ (Lazer et al., 2020, S. 1060) (siehe auch: Lazer et al., 2009). Es geht also beispielsweise um die digitalen Spuren aus unserem alltäglichen Leben, die für diese Art der Forschung als Quelle zum Entwickeln eines, wie Lazer et al. es beschreiben, „comprehensive pictures of both individual and group behavior, with the potential to transform our understanding of our lives, organizations, and societies“ (Lazer et al., 2009, S. 721) dienen können. Es sollte also berücksichtigt werden, dass (Zweit-)Verwertungen persönlicher Daten auch

gesellschaftlich gesehen sinnvoll sein können.

Diese Ausführungen leiten zu dem Betrachtungsgegenstand der eingangs eingeführten datengetriebenen digitalen Artefakte (ddA) ein. Damit werden in dieser Arbeit digitale Artefakte beschrieben, deren Verhalten maßgeblich durch zuvor erhobene Daten geprägt wird. Eine Charakterisierung dieser speziellen Art von digitalen Artefakten erfolgt später in Abschnitt 4.2.1. Ebenfalls wird die Rolle von Daten in den Interaktionen mit ddA später in Abschnitt 4.2 wesentlich ausführlicher thematisiert. In der vorherigen Diskussion wurde bereits deutlich, dass Daten und ddA eine große Rolle in unserem Alltag spielen sowie vielfältige individuelle und gesellschaftliche Implikationen mit sich bringen. So begegnen den Schüler:innen in ihrem Alltag ddA, über sie werden persönliche Daten erhoben und sie sind von individuellen und gesellschaftlichen Auswirkungen (sowohl negativer als auch positiver Art) betroffen. Ein Bedarf zum Lernen über ddA ist aufgrund deren Rolle in ihrem alltäglichen Leben schnell ersichtlich – insbesondere aus der Perspektive eines allgemeinbildenden Informatikunterrichts, bei dem unter anderem Ziele der Förderung von Selbstbestimmung und Mündigkeit in einer digitalen Welt verfolgt werden. So stellt sich beispielsweise die Frage, welche Rolle Schüler:innen in einer datengetriebenen Welt einnehmen können sollen und wie deren Selbstbestimmung und Mündigkeit in alltäglichen Interaktionen in einer solchen Welt gefördert werden kann.

2.1.2 Zielvorstellung zum Lernen über ddA

Bei der Frage nach dem Bedarf, etwas Bestimmtes im Informatikunterricht zu lernen, wie beispielsweise über ddA, schwingt auch die normative Frage mit, was im Informatikunterricht überhaupt gelernt werden *soll*. Selbst die Festlegung von Curricula (z.B. Lehrpläne oder auch Interventionen) erfolgt allerdings nicht rein normativ; auch übergeordnete Ziele und Visionen spielen eine Rolle. Van den Akker beschreibt hierzu eine Typologie zur Entwicklung von Curricula, die ein Kontinuum von Visionen und Intentionen bis hin zu konkreten, erreichten Lernergebnissen abdeckt (vgl. Van den Akker, 2003, S. 3) (siehe Überarbeitung in: Van den Akker, 2013). Er argumentiert, dass curriculare Probleme auf all diesen verschiedenen Ebenen bearbeitet werden können. Die Frage, was Schüler:innen in einer von ddA getriebenen Welt im Informatikunterricht lernen sollten, betrifft somit sowohl übergeordnete Visionen und Vorstellungen für den Informatikunterricht als auch damit verbundene Intentionen hinsichtlich der konkreten Inhalte des Unterrichts. In Bezug auf die Frage, wozu nun Datenbewusstsein beitragen soll und was Schüler:innen konkret lernen sollen, sollten diese verschiedenen Ebenen berücksichtigt werden.

Anschaulich verdeutlicht dies die Curricular Spider's Web (Van den Akker, 2003, 2013), die in Abbildung 2.1 dargestellt ist. Zentral für die Gestaltung von Curricula oder auch Lerneinheiten ist das *Rationale*, das die Frage „Why are they learning?“ (Van den Akker, 2003) beantwortet. Dieses Rationale bildet – sinnbildlich wie der Mittelpunkt eines Spinnennetzes – einen zentralen Bezugspunkt, der alle anderen Elemente zusammenhält. So hängt das Rationale mit allen anderen Aspekten von Lehr-Lernsituationen zusammen, beeinflusst diese und wird von ihnen beeinflusst. Zu den anderen Aspekten von Lehr-Lernsituationen gehören beispielsweise konkrete Lernziele, Lerninhalte, Lernaktivitäten und Formen der Überprüfung des Gelernten (vgl. Van den Akker, 2013). Die verschiedenen Aspekten von Lehr-Lernsituationen sollen so aufeinander abgestimmt und gestaltet

werden, dass sie idealerweise zum Rationale beitragen.

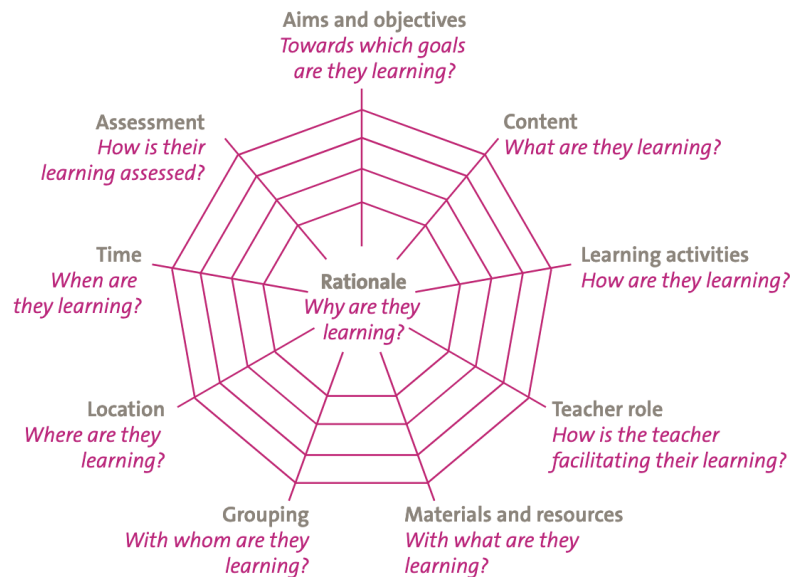


Figure 1: Curricular spider's web

Abbildung 2.1: Darstellung der Curricular Spider's Web mit dem Rationale als zentrales Element für Lehr-Lernsituationen (*Quellenhinweis*: Die Abbildung stammt aus Van den Akker (2013, S. 60) und steht unter einer CC-BY Lizenz.)

Aufbauend darauf geht es für die Entwicklung des Konzepts Datenbewusstsein zunächst um die Frage nach den übergeordneten Zielen (oder auch Rationales), bevor anschließend didaktisch-methodische Überlegungen zu konkreten Lehr-Lernsituationen angestellt werden.

Wie im vorherigen Abschnitt 2.1 diskutiert, spielen ddA und Datenpraktiken eine große Rolle in unserem Alltag, sodass das Lernen über ddA ein relevantes Themenfeld darstellt. In diesem Zusammenhang ergibt sich somit ein Interpretationsraum für Rationales, bei denen es um das Lernen über ddA geht. Ziel dabei wäre etwa, Schüler:innen dazu zu befähigen, sich kompetent in einer von ddA geprägten Welt zu bewegen. Ähnliche Zielvorstellungen finden sich beispielsweise auch in den eingangs genannten Referenzrahmen wieder, in denen das Lernen über digitale Systeme mit Zielen wie dem Verstehen, kompetenten Nutzen, Bewerten und Gestalten von digitalen Systemen begründet wird (vgl. z.B.: Caspersen et al., 2022; Gesellschaft für Informatik, 2025).

Zur Klärung dessen, was dies konkret bedeutet und auf welcher Grundlage das Lernen für das alltägliche Leben in einer digitalen Welt begründet werden kann, wird in dieser Arbeit eine allgemeinbildende Ausrichtung von Informatikunterricht in den Blick genommen. Dazu bedarf es einer Positionierung zum Verständnis einer solchen informatischen Allgemeinbildung. Die übergeordneten Ziele des Konzepts Datenbewusstsein werden allgemeinbildend ausgerichtet, wobei das Lernen über ddA für das alltägliche Leben der Schüler:innen bedeutsam sein soll. Die allgemeinbildende Positionierung begründet dann ein kompetentes, selbstbestimmtes, mündiges und verantwortungsvolles Bewegen und Handeln in einer von ddA geprägten Welt als zentrales Ziel des Konzepts Datenbewusstsein. Es geht dabei also nicht nur um die Frage, welches Wissen und welche Fähigkeiten Schü-

ler:innen benötigen, sondern vielmehr darum, wie Schüler:innen befähigt werden können, sich in einer von ddA geprägten Welt selbstbestimmt, mündig und verantwortungsvoll bewegen und entsprechend kompetent handeln zu können.

Daraus ergeben sich übergeordnete Ziele, die Datenbewusstsein als Beitrag zu einer informatischen Allgemeinbildung für eine von ddA geprägten Welt verorten. Damit diese Zielsetzungen im Rahmen der theoretischen Konzeption entwickelt werden können, wird zunächst das zugrunde liegende Verständnis von Bildung – insbesondere das der Allgemeinbildung – geklärt. Anschließend erfolgt eine Positionierung zum Verständnis von Informatikdidaktik sowie eine Bedarfserhebung zum Lernen über ddA im Sinne Datenbewusstseins.

2.2 Positionierung zum Verständnis informatischer Allgemeinbildung

Anknüpfend an die zuvor skizzierte Idee der allgemeinbildenden Ausrichtung des Konzepts Datenbewusstsein wird in diesem Abschnitt die Bedeutung von Bildung beziehungsweise Allgemeinbildung thematisiert. Da es unterschiedliche Auffassungen vom Bildungsbegriff gibt, wird nachfolgend das dieser Arbeit zugrunde liegende Bildungsverständnis anhand einer Auswahl theoretischer Konzeptionen diskutiert.

2.2.1 Bedeutung von Bildung und Allgemeinbildung

Die vorliegende Arbeit baut für die Betrachtung von Lehr-Lernsituationen auf bildungstheoretischen Überlegungen auf. Eine umfassende Diskussion verschiedener Bildungstheorien würde den Umfang dieser Arbeit allerdings übersteigen, sodass eine selektive Perspektive eingenommen wird. Für weiterführende Erläuterungen zu historischen Entwicklungen von Bildungskonzepten und -theorien sei beispielsweise auf Sjöström et al. (2017), Willbergh (2021) oder Hopmann (2007) verwiesen.

Eine exemplarische allgemeine Erklärung zum Bildungsbegriff lässt sich etwa bei Sjöström et al. (2017) finden:

„Liedman (2001, p. 351) explains the classical educational understanding of Bildung in the following way: 'The backbone of the concept of Bildung, both in Humboldt's version and later [...] is the notion that knowledge, or at least some knowledge, fundamentally changes and develops a human being' (our translation). Similarly, Kivelä, Siljander, and Sutinen (2012, p. 304) suggests: 'Bildung in the most general Kantian sense is a person's becoming a subject, a human being's attempt to overcome external determination and infancy' by learning certain knowledge, but also achieving a certain set of skills.“ (Sjöström et al., 2017, S. 166)²

²Angegebene Quellen in dem Zitat: Liedman, S.-E. (2001). *Ett oändligt äventyr: Om människans kunskaper* [An endless adventure – About the knowledge of human beings]. Stockholm: Albert Bonniers Förlag.; Kivelä, A., Siljander, P., & Sutinen, A. (2012). Between Bildung and Growth: Connections and controversies. In P. Siljander, A. Kivelä, & A. Sutinen, *Theories of Bildung and Growth* (S. 303–312). Rotterdam: SensePublishers.

In dieser Erklärung werden mit Wilhelm von Humboldt (1767-1835) und Immanuel Kant (1724-1804) zwei historisch bedeutsame Ideengeber für Bildungskonzepte aufgegriffen. Deutlich wird, dass Bildung im Kern auf die Entwicklung des Individuums und dessen Selbst abzielt und damit über die bloße Vermittlung von Wissen hinausgeht. Es sollte aber beachtet werden, dass die Entwicklung des Selbst nicht isoliert zu betrachten ist, sondern das Individuum im sozialen Kontext als Teil einer Gesellschaft zu sehen, sodass Bildung den gesellschaftlichen Kontext bei der individuellen Entwicklung des Selbst einschließt (vgl. Sjöström et al., 2017).

Als Grundlage für die vorliegende Arbeit wird an neuere Arbeiten von Wolfgang Klafki und Winfried Marotzki angeknüpft, in denen sich ähnliche Perspektiven zur Rolle des Selbst finden lassen. Diese werden nachfolgend näher diskutiert.

Kategoriale Bildung und Allgemeinbildung

Zunächst sollte geklärt werden, was mit dem Konzept der Allgemeinbildung gemeint ist. Im deutschsprachigen Raum werden hierzu oft die Arbeiten von Wolfgang Klafki herangezogen. Er hat eine bildungstheoretische Didaktik entwickelt, die er kritisch-konstruktive Didaktik nennt (vgl. Klafki, 2007). Ihre Grundlage liegt in seinem Verständnis der kategorialen Bildung (Klafki, 2007). Diese beruht auf der grundlegenden Idee, dass Bildung als „Befähigung zu vernünftiger Selbstbestimmung“ (Klafki, 2007, S.19) verstanden werden kann. Damit knüpft Klafki an Begriffen wie Selbstbestimmung, Autonomie und Mündigkeit an (Klafki, 2007, S. 19). Demnach geht es bei Bildung zunächst zentral um die Förderung einer Subjektentwicklung im Sinne einer Selbstbestimmungsfähigkeit. Die Rolle der Subjektentwicklung schränkt er allerdings insofern ein, dass sie „im Medium objektiv-allgemeiner Inhaltlichkeit“ (Klafki, 2007, S. 20) verstanden werden sollte, um so schließlich nicht dem Missverständnis eines reinen Subjektivismus zu erliegen. Das bedeutet, dass die Entwicklung einer Selbstbestimmungsfähigkeit oder eines freien Denkens und Handelns „in Aneignungs- und Auseinandersetzungsprozessen mit einer Inhaltlichkeit“ (Klafki, 2007, S. 21) stattfindet. Inhaltlichkeit bezieht sich hierbei auf die Welt, Kultur oder auch allgemeine, gesellschaftliche Fragen (z.B. gesellschaftliche Errungenschaften, Erkenntnisse über Natur, soziales Miteinander, Kunst und Kultur, Weltanschauungen). Damit spielen ebenfalls Konzepte wie Humanität, Objektivität und Allgemeines eine Rolle (Klafki, 2007, S.21). Hier zeigt sich eine Verbindung zur zuvor beschriebene Rolle des Menschen im gesellschaftlichen Kontext, was auch in Klafkis Bildungskonzeption Berücksichtigung findet.

Darauf aufbauend beschreibt Klafki drei Grundfähigkeiten, deren Zusammenspiel Bildung ausmacht: Selbstbestimmungs-, Mitbestimmungs- und Solidaritätsfähigkeit (Klafki, 2007, S. 52). Die drei Grundfähigkeiten zusammenführen nach ihm zu einer reflektierten Handlungsfähigkeit (Klafki, 1998, S.173).

Fähigkeit zur Selbstbestimmung: Alle Menschen sollten in der Lage sein, nach ihren eigenen „individuellen Lebensbeziehungen und Sinndeutungen zwischenmenschlicher, beruflicher, ethischer, religiöser Art“ (Klafki, 2007, S. 52) denken, entscheiden und handeln zu können. Dies umfasst insbesondere die Befähigung zur Entwicklung eines selbstbestimmten Subjekts. Wie zuvor beschrieben, ist eine solche Selbstbestimmungsfähigkeit jedoch nicht rein subjektivistisch zu verstehen, sondern sollte im gesellschaftlichen und kulturellen Kontext gedeutet werden, der beispielsweise

2.2 POSITIONIERUNG ZUM VERSTÄNDNIS INFORMATISCHER ALLGEMEINBILDUNG

durch Werte und Normen geprägt ist und unterschiedliche Menschen innerhalb der Gesellschaft betrifft.

Fähigkeit zur Mitbestimmung: Alle Menschen sollten „Anspruch, Möglichkeit und Verantwortung für die Gestaltung unserer gemeinsamen kulturellen, gesellschaftlichen und politischen Verhältnisse“ (Klafki, 2007, S. 52) haben. Mitbestimmung hängt dabei stark mit einer Mitverantwortung zusammen, die neben der Möglichkeit zur Mitgestaltung auch die Verantwortung umfasst, diese Möglichkeit wahrzunehmen (vgl. Klafki, 1998, S. 149).

Fähigkeit zur Solidarität: Gesellschaftlich gesehen schließen die Selbst- und Mitbestimmungsfähigkeit mit ein, dass alle ein Recht auf Selbst- und Mitbestimmung haben. Den Anspruch darauf für sich zu erheben schließt gleichzeitig die Anerkennung ein, dass allen dieses Recht zusteht, und den Einsatz für andere, die nicht selbst für ihre Selbst- und Mitbestimmungsfähigkeit einstehen können (Klafki, 2007, S. 52). Dies betrifft beispielsweise Personen, die gesellschaftlich oder politisch eingeschränkt, unterprivilegiert oder unterdrückt werden (vgl. Klafki, 2007, S. 52). Selbstbestimmtes Denken und Handeln schließt daher insbesondere auch ein, sich für die Möglichkeit der Selbst- und Mitbestimmung anderer mit einzusetzen.

Aufbauend auf diesen Grundfähigkeiten als Merkmale von Bildung begründet Klafki (2007) sein Konzept für Allgemeinbildung, das er anhand von drei Bedingungen oder Dimensionen charakterisiert. Erstens muss Bildung für alle Menschen sein und muss so „gesellschaftlich bedingter Ungleichheit der Chancen zur Entwicklung menschlicher Fähigkeiten“ (Klafki, 2007, S. 53) entgegenwirken. Zweitens ist Bildung als „Medium des Allgemeinen“ (Klafki, 2007, S. 53) zu verstehen, um den zuvor beschriebenen Dimensionen der Mitbestimmung und Solidarität gerecht zu werden. Drittens fordert Klafki, dass „alle[] Grunddimensionen menschlicher Interessen und Fähigkeiten“ (Klafki, 2007, S. 54) adressiert werden müssen, um einen Beitrag zur freien Entwicklung der eigenen Persönlichkeit zu gewährleisten. Diese Dimensionen umfassen kognitive Fähigkeiten, Sozialität, Wahrnehmungs-, Gestaltungs- und Urteilsfähigkeiten sowie ethisch und politische Entscheidungs- und Handlungsfähigkeiten (vgl. Klafki, 2007, S. 54). Dies bedeutet nicht, dass in Lehr-Lernsituationen stets alle Grunddimensionen gleichzeitig angesprochen werden müssen, was vermutlich auch nicht immer sinnvoll möglich ist. Es sollte jedoch vermieden werden, einzelne Dimensionen isoliert zu betrachten.

Angesichts der eingangs diskutierten Herausforderungen zum Lernen über eine von ddA geprägten Welt und des Ziels, das Konzept Datenbewusstsein zu entwickeln, erscheint insbesondere die zweite Dimension als besonders relevant. Sie wird daher nachfolgend näher betrachtet.

Zur „Bildung im Medium des Allgemeinen“ schreibt Klafki:

„Allgemeinbildung muß verstanden werden als Aneignung der die Menschen gemeinsam angehenden Frage- und Problemstellungen ihrer geschichtlich gewordenen Gegenwart und der sich abzeichnenden Zukunft und als Auseinandersetzung mit diesen gemeinsamen Aufgaben, Problemen und Gefahren.“ (Klafki, 2007, S. 53)

Die drei Grundfähigkeiten (Selbstbestimmung, Mitbestimmung und Solidarität) sowie die drei Dimensionen von Allgemeinbildung sollen dazu beitragen, dass Schüler:innen

gesellschaftlichen Fragen und gemeinsamen Problemen begegnen können. Sie sollen in der Lage sein, zu urteilen, mitzubestimmen und mitzugestalten. Dies bezieht sich auf die sogenannten epochaltypischen Schlüsselprobleme, zu denen er weiter ausführt:

„Allgemeinbildung bedeutet in dieser Hinsicht, ein geschichtlich vermitteltes Bewusstsein von zentralen Problemen der Gegenwart und – soweit voraussehbar – der Zukunft zu gewinnen, Einsicht in die Mitverantwortlichkeit aller angesichts solcher Probleme und Bereitschaft, an ihrer Bewältigung mitzuwirken.“ (Klafki, 2007, S. 56)

Es geht also um zentrale Fragen und Probleme, die die Allgemeinheit und Gesellschaft betreffen. Schüler:innen sollen diese Fragen und Probleme kennenlernen und befähigt werden, diesbezüglich eine Mitverantwortung und Mitwirkung wahrzunehmen. Exemplarische Schlüsselprobleme sind beispielsweise umwelt- und klimabezogene Fragen und Probleme oder aber auch Fragen zu Möglichkeiten und Gefahren neuer digitaler Technologien (vgl. Klafki, 2007, S.59). Aufbauend auf dem beschriebenen Allgemeinbildungsverständnis ist es demnach wichtig, dass Schüler:innen „die Unverzichtbarkeit eigener Urteilsbildung, reflektierter Entscheidungen und eigenen Handelns“ (Klafki, 2007, S. 61) erkennen. Das bedeutet, sie sollen verstehen, dass und warum es hinsichtlich der Fragen und Probleme dieser Art verschiedene Positionen gibt, sie verschiedenen Positionen – auch wenn keineswegs alle Positionen als gleichberechtigt anerkannt werden müssen (siehe Klafki, 2007, S. 61) – anerkennen und schließlich die Notwendigkeit wahrnehmen, eine eigene Position einzunehmen. Dabei ist besonders hervorzuheben, dass eine Festlegung auf eine vermeintlich richtige Perspektive bei einem solchen Diskurs über Schlüsselprobleme vermieden werden sollte, da dies dem Ziel der Selbstbestimmungsfähigkeit widerspricht (vgl. Klafki, 2007, S. 62). Die Auseinandersetzung mit solchen Schlüsselproblemen in Lehr-Lernsituationen kann neben kontextspezifischen Erkenntnissen und Fähigkeiten insbesondere auch übergreifende Einstellungen und Fähigkeiten fördern, wie etwa Kritikbereitschaft und -fähigkeit, Argumentationsbereitschaft und -fähigkeit oder auch Fähigkeiten zum vernetzten Denken (vgl. Klafki, 2007, S. 63f.).

Bei der Betrachtung von Schlüsselproblemen kann die Frage aufkommen, inwiefern ein einzelnes Individuum ein solches Schlüsselproblem lösen beziehungsweise zu dessen Lösung effektiv beitragen kann. Dazu bietet das Konzept der Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) interessante Ansätze. Es zielt darauf ab, Schüler:innen zur Mitgestaltung einer nachhaltigen Entwicklung der Gesellschaft und der Welt zu befähigen (vgl. De Haan, 2008). BNE umfasst somit verschiedene Kompetenzen in Bezug auf entsprechende gesellschaftliche Fragen und Probleme, insbesondere geht es dabei um Gestaltungskompetenzen (für eine detailliertere Übersicht von Kompetenzen, siehe: De Haan, 2008). Ein zentraler Leitgedanke innerhalb der BNE ist die Idee des globalen Denkens und lokalen Handelns. Dieser Leitgedanke stellt eine mögliche Perspektive für die Auseinandersetzung mit gesellschaftlichen (Schlüssel-)Problemen dar. Die Mitgestaltung an globalen und gesellschaftlichen Entwicklungen wird also in das Ziel überführt, dass Individuen selbstständig und gemeinsam mit anderen aktiv werden und „nachhaltige Entwicklungsprozesse gemeinsam mit anderen lokal wie global in Gang zu setzen“ (BLK-Programm Transfer-21, 2007, S. 10). Die Handlungsfähigkeit der Individuen wird dabei durch die vermeintlich kleinen Beiträge im lokalen Umfeld erkennbar. Dieser Gedanke lässt sich auch auf andere gesellschaftliche Frage- und Problemstellungen übertragen, wie etwa hinsichtlich der Rolle

2.2 POSITIONIERUNG ZUM VERSTÄNDNIS INFORMATISCHER ALLGEMEINBILDUNG

von ddA in unserem alltäglichen Leben und die technologischen Entwicklungen von ddA. Zwar kann ein Individuum vermutlich nicht unmittelbar Einfluss auf die Produktentwicklungen großer Technologiekonzerne oder auf gesetzliche Regulierungen nehmen, doch ein lokales Handeln im Sinne der individuellen Interaktion mit ddA und der Gestaltung im lokalen Umfeld (auch mit anderen) kann eine Form der Handlungsfähigkeit darstellen. Solche Handlungen können letztlich auch zu einer Wirkung beitragen, sodass schließlich Beiträge auf gesellschaftlichen Ebenen entstehen können.

Zurück zur Bedeutung von Allgemeinbildung: Als eines der drei Bedeutungsmomente beschreibt Klafki (2007, S. 97) die Entwicklung eines Individuums zu einem (mit-)gestaltenden Wesen. Als Teil der Mitbestimmungsfähigkeit geht es ihm zufolge darum, dass „jeder Anspruch, Möglichkeit und Verantwortung für die Gestaltung unserer gemeinsamen gesellschaftlichen und politischen Verhältnisse hat“ (Klafki, 2007, S. 97). In der heutigen Welt, in der Schüler:innen täglich mit ddA interagieren, stellt sich somit etwa die Frage nach der Rolle von ddA und in welcher Welt wir Leben wollen. Datenbewusstsein soll Schüler:innen in die Lage versetzen, über die Rolle von ddA nachzudenken, zu urteilen und schließlich gestaltend Einfluss darauf zu nehmen. Diese Gestaltung kann sich beispielsweise auf die Teilhabe an gesellschaftlichen Diskursen, die Handlungsfähigkeit in alltäglichen Interaktionen mit ddA und dem eigenen sozialen Umfeld oder auch die aktive Gestaltung von ddA im Sinne einer aktiven Teilhabe an der Entwicklung von ddA beziehen.

Das beschriebene Verständnis von Allgemeinbildung kann als Orientierungsrahmen für die Entwicklung der übergeordneten Ziele von Datenbewusstsein dienen. Für das Konzept bedeutet dies, dass ein Bezug zwischen Datenbewusstsein und den drei Grundfähigkeiten (Selbstbestimmung, Mitbestimmung, Solidarität) sowie den drei Dimensionen (Bildung für alle, als Medium des Allgemeinen, Grunddimensionen menschlicher Interessen und Fähigkeiten) hergestellt werden sollte. Im Kontext von ddA lassen sich daraus beispielsweise folgende Zielsetzungen ableiten.

- *Selbstbestimmungsfähigkeit:* Schüler:innen sollten in der Lage sein, sich in einer von ddA geprägten Welt entfalten und selbstbestimmt handeln zu können. Ein Handeln nach eigenen Entscheidungen setzt voraus, dass sie sich bei Bedarf die Rolle von Daten in der Interaktion mit ddA erschließen können, um informierte Handlungsentscheidungen zu treffen. Zudem müssen sie in der Lage sein, Handlungsoptionen zu erkennen und sich selbst als handlungsfähig wahrzunehmen.
- *Mitbestimmungsfähigkeit:* Anknüpfend an die eigene Rolle in Interaktionen mit ddA geht es außerdem darum, dass Schüler:innen in der Lage sind, an der Gestaltung der datengetriebenen Welt mitwirken zu können. Dies setzt voraus, dass sie ihre eigene Rolle als wirksam auf ddA erkennen und sich als handlungsfähig im Sinne einer Entscheidungsfähigkeit wahrnehmen. In Anlehnung an BNE lässt sich dies so interpretieren, dass durch eigene Handlungsentscheidungen Einfluss auf ddA genommen werden kann, wodurch ebenfalls die Interaktionen anderer Personen mit dem ddA beeinflusst werden können. Auf diese Weise kann beispielsweise über das soziale Umfeld eines Individuums ein gesellschaftlicher (oder globaler) Einfluss entstehen. Neben der eigenen Handlungsfähigkeit verdeutlicht dies auch die Verantwortung für sich selbst und andere.
- *Solidaritätsfähigkeit:* Durch den Einfluss des eigenen Verhaltens auf andere Personen sowie die Überschneidung von Informationen über sich selbst und andere trägt ein

Individuum Verantwortung. Dies betrifft insbesondere auch Personen, die diese Entscheidungen nicht selbst treffen können. Zudem können Handlungsentscheidungen einem gemeinsamen Interesse dienen, sodass ein Individuum auch Verantwortung auf gesellschaftlicher Ebene übernehmen kann. Schüler:innen sollten demnach in der Lage sein, diese Rolle zu erkennen und einzunehmen.

In diesem Sinne geht es bei Allgemeinbildung nach Klafki (2007) insbesondere darum, dass Schüler:innen in der Lage sind, selbstbestimmt denken, entscheiden und handeln, Verantwortung für sich und andere übernehmen sowie bei der Gestaltung der Gesellschaft beziehungsweise der digitalen Welt beitragen zu können. Datenbewusstsein soll einen Beitrag zu allgemeinbildenden Informatikunterricht leisten, sodass diese Konzeption von Allgemeinbildung eine wichtige Grundlage für die Spezifizierung der Zielsetzungen für Datenbewusstsein bietet, die in Kapitel 4 näher erläutert werden. Neben der Diskussion der Bedeutung einer allgemeinbildenden Ausrichtung des Konzepts stellt sich weiterhin die Frage, wie Lernprozesse für Datenbewusstsein so gestaltet werden können, dass sie als Bildungsprozesse verstanden werden können.

Strukturelle Bildung

Zur Frage nach dem Zusammenhang von Bildung und Lernen und wie Lernprozesse etwa zu Bildungsprozesse werden können, wird ergänzend zur Diskussion um Allgemeinbildung ein Blick auf die strukturelle Bildungstheorie von Marotzki (1990) geworfen.

In seinem Ansatz, woran er später auch in Zusammenarbeit mit Jörissen gearbeitet hat (siehe: Jörissen & Marotzki, 2009), steht eine reflexive Perspektive auf Bildung im Fokus. Damit wird das Individuum in seiner Umgebung und der Interaktion mit der Welt betrachtet, was der Betrachtungsweise von Selbst- und Weltsichten entspricht und so der Idee der formalen Bildung ähnelt – gleichwohl Marotzki (1990) seinen Ansatz im Detail davon teilweise abgrenzt. Während sich die formale Bildung auf die Entwicklung des Selbst betrachtet, stehen bei einer materialen Bildung das Wissen und die Inhalte im Fokus. Die zuvor skizzierten Überlegungen von Klafki lassen sich im Vergleich zum Ansatz von Marotzki als ein Kompromiss zwischen formaler und materialer Bildung deuten (siehe auch: Jörissen & Marotzki, 2009). Bezogen auf die formale Bildung bringen die Arbeiten von Marotzki und teilweise zusammen mit Jörissen (Jörissen & Marotzki, 2009; Marotzki, 1990) interessante weitere Perspektiven, die nachfolgend näher betrachtet werden.

Ausgangspunkt für die Diskussion der Bedeutung von Bildung bei Marotzki und Jörissen sind gesellschaftliche Veränderungen und daraus resultierenden Herausforderungen für das Individuum und dessen Orientierung (Jörissen & Marotzki, 2009; Marotzki, 1990). Durch die Veränderungen in der Welt, etwa im Zusammenhang mit der Informationsgesellschaft und der steigenden Komplexität (siehe: Jörissen & Marotzki, 2009, S. 15), ist eine Flexibilität erforderlich, um trotz solcher Veränderungen weiterhin Orientierung zu finden. Diese Flexibilität bezieht sich insbesondere auf die Selbst- und Weltsichten eines Individuums.

Als eine der Grundlagen der strukturalen Bildungstheorie greift Marotzki (1990) auf die Lerntheorie von Bateson zurück, um zu klären, was einen menschlichen Lernprozess zu einem Bildungsprozess macht (Marotzki, 1990, S. 32). Bateson stellte ein Lernebenenmodell auf, das im Wesentlichen vier Ebenen beziehungsweise Niveaustufen von Lernen beschreibt – er deutet auch eine fünfte Stufe an, die ihm zufolge aber vermutlich nicht

erreichbar ist (siehe etwa: Bateson, 1972, 2017)³. Bezeichnet werden die Ebenen in der Regel mit Lernen 0 bis Lernen 3. Marotzki und Jörissen interpretieren die letzten beiden Ebenen als Bildung 1 und Bildung 2 (vgl. Jörissen & Marotzki, 2009, S. 22).

- *Lernen 0* ist eine feste Verbindung von Reiz und Reaktion, wozu dem Individuum keine alternativen Reaktionen bekannt sind. Somit antwortet das Individuum auf den Reiz immer mit derselben Reaktion (vgl. Jörissen & Marotzki, 2009, S. 22).
- *Lernen 1* beschreibt hingegen eine kontextabhängige Reaktion auf einen Reiz. Erhält eine Person also denselben Reiz in verschiedenen Kontexten (z.B. morgens oder abends; in der Schule oder Zuhause; im Chat oder Gespräch), so können unterschiedliche Reaktionen folgen (vgl. Jörissen & Marotzki, 2009, S. 22). Die Entscheidung für eine bestimmte Reaktion wird demnach vom Kontext bestimmt. Das setzt voraus, dass die Person den Kontext erkennen und einordnen kann (vgl. Jörissen & Marotzki, 2009, S. 22).
- *Lernen 2* (oder auch *Bildung 1*) meint, dass dem Individuum verschiedene Weltansichten zur Verfügung stehen, zwischen denen es für die Reaktion auf einen bestimmten Reiz wählen kann. Die Wahl erfolgt häufig nicht rein rational, sondern ist oft durch Gewohnheiten geprägt, also durch „Präferenzen der Wahl innerhalb einer Menge von Alternativen – wir machen oder sehen etwas eben so und nicht anders, auch wenn wir das vielleicht könnten“ (Jörissen & Marotzki, 2009, S. 24). Ein Individuum kann somit zwischen verschiedenen Alternativen für die Reaktion oder Verhaltensweise wählen, wobei es nicht einfach nur um die Unterscheidung zwischen wahr und falsch geht (Jörissen & Marotzki, 2009, vgl.). In diesem Zusammenhang stellen Jörissen und Marotzki (2009, S. 24) heraus: „Indem sich der Mensch zur Welt grundsätzlich anders verhalten und die Prinzipien der eigenen Verhaltensmuster durchschauen kann, kann er sich auch zu sich selbst anders verhalten.“ Das bedeutet, dass ein Repertoire an Weltansichten (oder auch Zugängen) zur Wahrnehmung und zum Verstehen der Welt zugleich andere Zugänge zu einem selbst eröffnet. Jörissen und Marotzki (2009) erklären außerdem, dass das Individuum somit auf dieser Ebene die Gewohnheiten ändern kann.
- *Lernen 3* (oder auch *Bildung 2*) umfasst Veränderungen und Steigerungen im Selbstbezug beziehungsweise der Selbstsicht (Jörissen & Marotzki, 2009). Aufbauend auf der vorherigen Stufe, in der der Weltbezug differenzierter wurde, ermöglichen diese Erfahrungen auch veränderte Wahrnehmung des eigenen Selbst, wie beispielsweise zu verstehen, wie man selbst die Welt wahrnimmt und ordnet (Jörissen & Marotzki, 2009). Das eigene Selbst wird nun also reflektiert. Während in der vorherigen Stufe Gewohnheiten gebildet und ausgetauscht wurden, geht es nach Jörissen und Marotzki (2009, S. 26) in Bildung 2 um eine weitergehende Flexibilität und um die Fähigkeit, Gewohnheiten aktiv zu entwickeln.

Aufbauend auf dem Verständnis der Lernebenen und dem Zusammenhang zwischen Lernen und Bildung, begründet Marotzki (1990), dass Bildungsprozesse zwei Bestimmungsmomenten unterliegen: Erstens geht es um das Verhältnis des Subjekts zur Welt

³Aufgrund des eingeschränkten Zugriffs auf die ursprünglichen Quellen von Bateson zum Lernebenenmodell sei zur Nachvollziehbarkeit ergänzend auf die Darstellungen bei Marotzki (1990) und Jörissen und Marotzki (2009) verwiesen.

(auch Weltsicht genannt) und zweitens geht es um das Verhältnis des Subjekts zu sich selbst (auch Selbstsicht genannt). Zum Zusammenhang der Selbst- und Weltsichten schreiben Jörissen und Marotzki etwa: „Indem der Mensch sich die Welt auf andere Weise zugänglich macht, findet er auch einen anderen Zugang zu sich selbst“ (Jörissen & Marotzki, 2009, S. 24). Selbst- und Weltsichten beeinflussen sich also wechselseitig (siehe auch: Marotzki, 1990, S. 43). Ergänzend dazu spielen auch die bereits genannten Gewohnheiten eine Rolle, die das Individuum bildet, verändert oder aktiv entwickelt. Die Selbst- und Weltsichten sind eng mit den Gewohnheiten oder auch Handlungsweisen verknüpft, wie etwa auch Tiefel (2005) betont.

Mit Selbstsicht (auch Selbstverhältnis, -bezug oder -bild genannt) ist dabei die Sichtweise eines Individuums auf sich selbst gemeint. Es umfasst beispielsweise, wie sich ein Individuum das eigene Sein oder Verhalten wahrnimmt (vgl. etwa: Jörissen & Marotzki, 2009; Marotzki, 1990). Diese Perspektive bezieht sich somit auch auf das eigene Handeln, die Reflexion und das Infragestellen dessen sowie das bewusste Treffen von Handlungsentscheidungen. Die Weltsicht (auch Weltverhältnis, -bezug oder -bild genannt) beschreibt hingegen die Sichtweise eines Individuums auf die Welt. Es bezieht sich also auf den Zugang zur Welt und wie sie wahrgenommen und interpretiert wird (vgl. etwa: Jörissen & Marotzki, 2009; Marotzki, 1990). Dabei geht es unter anderem darum, dass ein Individuum verschiedene Deutungsweisen und -rahmen für die dem Individuum umgebene Welt nutzen kann. Dazu gehört auch, die eigene Sicht auf die Welt zu hinterfragen sowie andere Deutungsweisen und -rahmen zu erkennen und zu akzeptieren.

Anknüpfend an die Arbeiten Humboldts beschreiben Jörissen und Marotzki (2009, S. 13) mit dem Begriff der Dezentrierung, dass eine Flexibilisierung des eigenen Weltbezugs stattfindet. Diese entsteht dadurch, dass andere Weltsichten kennengelernt und zugelassen werden, wodurch die eigene Weltsicht relativiert wird (im Sinne eines in Relation zueinander Setzens). Die eigene Weltsicht wird also flexibler, indem andere Weltsichten und Deutungsmuster erkannt werden und schließlich genutzt werden können (Jörissen & Marotzki, 2009, S. 12f.).

In den letzten beiden Lernebenen geht es insbesondere um die Entwicklung oder auch Transformation von Selbst- und Weltsichten. Da es bei diesen Stufen um eine Flexibilität in den Rahmungen beziehungsweise Kontexten und somit um ein Zusammensetzen von Selbst- und Weltsichten geht, bezeichnen Jörissen und Marotzki (2009) sie als *Bildung* 1 und 2. Etwas konkreter argumentiert Marotzki, dass Lernprozesse auf diesen beiden Ebenen als Bildungsprozesse verstanden werden können (siehe auch: Marotzki, 1990). Ein Bildungsprozess ist demnach dadurch gekennzeichnet, dass durch Lernprozesse eine qualitative Änderung der Selbst- und Weltsichten stattfindet (Marotzki, 1990, S. 52).

Die letzte Stufe (Bildung 2) stellt ein Ideal dar, auf das hingearbeitet wird. Es sollte jedoch angemerkt werden, dass diese Ebene in der Realität und im alltäglichen Handeln nicht immer konsequent und vollständig erreicht wird (vgl. Jörissen & Marotzki, 2009, S. 26). Wie bereits bei der Beschreibung der Ebene angedeutet, setzt sie eine hohe Flexibilität in Bezug auf Sichtweisen und Gewohnheiten voraus, was im Alltag schwierig durchgehend aufrechterhalten werden kann. Eine weitere interessante Beobachtung an dieser Charakterisierung von Bildungsprozessen ist die Entwicklung von Handlungsfähigkeiten im Sinne eines selbstbestimmten und mündigen Individuums durch die Veränderung von Selbst- und Weltsichten. Nach diesem theoretischen Verständnis geht Bildung zusammenfassend über den Erwerb von Wissen und Kompetenzen hinaus, stattdessen stehen Transforma-

2.2 POSITIONIERUNG ZUM VERSTÄNDNIS INFORMATISCHER ALLGEMEINBILDUNG

tionen und Reflexionen von Selbst- und Weltsichten im Fokus.

Das Kennenlernen anderer Weltsichten ist wichtig, um zu erkennen, dass die eigene Weltsicht nur eine unter vielen möglichen ist, auf die man sich beziehen kann. Dadurch bleibt auch die eigene Weltsicht flexibel (Jörissen & Marotzki, 2009, S. 12f.). Dies lässt sich mit dem Argument von Klafki (2007) verknüpfen, der – wie zuvor beschrieben – argumentierte, dass Menschen in der Lage sein sollten, verschiedene Positionen zu (epochaltypischen) Problemen und Fragen zu erkennen, andere anzuerkennen, die Notwendigkeit zu erkennen, eine einzunehmen, sowie schließlich eine eigene Position zu vertreten. Solche Positionen zu gesellschaftlich relevanten Problemen und Fragen lassen sich wiederum mit den individuellen Selbst- und Weltsichten als Begründungsrahmen (im Sinne von Sinn- und Deutungsmuster) verknüpfen. Ein „differenziertes gesellschaftliches Problembewusstsein [... kann dann] zu einer Flexibilisierung des Selbst- und Weltbezugs führ[en]“ (Jörissen & Marotzki, 2009, S. 14).

Die Rahmungen aus dem Lernebenenmodell von Bateson (2017), wie sie von Marotzki (1990) interpretiert werden, können als Deutungs- und Orientierungsrahmen verstanden werden. Das Wählen eines Rahmens in einer Situation bestimmt dabei die Sichtweisen und Handlungsmöglichkeiten (vgl. Marotzki, 1990, S. 36ff.). Dies beeinflusst also, was wahrgenommen, wie etwas gedeutet oder wie das eigene Denken und Handeln gesteuert wird – sowohl in Bezug auf die Selbst- als auch auf die Weltsichten. Solche Deutungs- und Orientierungsrahmen lassen sich mit dem Konzept des Framings von Cukier et al. (2022) verknüpfen. Dort werden Frames als gedankliche „Brillen“ oder Modelle als Grundlage unserer Perspektive (z.B. auf die Welt) beschrieben. Sie argumentieren:

„Sie bestimmen, wie wir die Welt begreifen und in ihr entscheiden und handeln. Frames erlauben uns zu generalisieren und zu abstrahieren und auf diese Weise Gemeinsamkeiten zwischen Situationen zu erkennen, die auf den ersten Blick unterschiedlich erscheinen. Mit ihrer Hilfe können wir uns in neuen Situationen zurechtfinden, ohne alles von Grund auf neu lernen zu müssen.“ (Cukier et al., 2022, S. 13)

Dies stellt eine Analogie zu der Idee der (Selbst- und) Weltsichten dar, die einen Rahmen für die Deutung und Orientierung geben und so etwa das Handeln beeinflussen. Die Rolle dieser Frames beschreiben sie anschließend wie folgt:

„Unsere Frames arbeiten normalerweise im Hintergrund, aber wir können auch bewusst innehalten und uns fragen, welchen Frame wir gerade wie verwenden und ob dieser den Umständen noch angemessen ist, um ihn gegebenenfalls durch einen passenderen zu ersetzen“ (Cukier et al., 2022, S. 13).

Cukier et al. (2022) gehen zunächst davon aus, dass diese Frames oder auch Sichtweisen intuitiv genutzt werden, was zur Idee der Gewohnheiten aus den Lernebenen von Bateson (2017) passt. Sie erklären aber auch, dass wir alternativ aktiv und bewusst mit diesen Sichtweisen umgehen und auf unser Repertoire an Frames zurückgreifen können, um beispielsweise eine bestimmte Situation mit verschiedenen Frames zu betrachten – ähnlich dem Einnehmen verschiedener Positionen bei Klafki (2007). Dies erlaubt schließlich, neue Handlungsmöglichkeiten zu erkennen (vgl. Cukier et al., 2022, S. 13). Ein Framing, also das Verwenden von bestimmten Frames, findet laut Cukier et al. (2022, S. 17ff.) in unserem gesamten Alltag statt, etwa immer wenn wir Entscheidungen treffen. Diese Diskussion

hebt die Bedeutung der Selbst- und Weltsichten im Sinne des Lernens und der Entwicklung von Deutungs- und Orientierungsrahmen beziehungsweise Frames hervor (siehe auch die Ebenen Bildung 1 und 2 oben), insbesondere im Hinblick auf eine selbstbestimmte und mündige Handlungsfähigkeit. Für den Kontext von ddA bedeutet dies beispielsweise, dass Sichtweisen (oder auch „Brillen“) für Interaktionen mit ddA vermittelt werden könnten, die den Schüler:innen Deutungs- und Orientierungsrahmen für ihre alltäglichen Interaktionen mit ddA bieten (z.B. um die Rolle der Daten oder ihre eigene Rolle in diesen Interaktionen zu erkennen) und so schließlich neue Handlungsmöglichkeiten eröffnen. Die bewusste Wahl der Deutungs- und Orientierungsrahmen (oder auch Frames), wie sie beispielsweise Cukier et al. (2022) beschreiben, erinnert zudem an die bereits erwähnte Idee des Halt-Stopp-Moments im Konzept Datenbewusstsein, die später in Abschnitt 4.3.2 näher erläutert wird.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Bildung in diesem Sinne eine aktive Auseinandersetzung und Interaktion mit der Welt beschreibt, bei der die Bezüge zum eigenen Selbst sowie zur Welt qualitativ erweitert und transformiert werden. Dies ermöglicht dem Individuum eine vielfältige und flexible Nutzung von Deutungs- und Orientierungsrahmen für sich selbst und die umgebende Welt. Diese Rahmen bilden die Grundlage für individuelle Handlungen und Gewohnheiten. Eine wichtige Erkenntnis in dieser Bedeutung von Bildung ist, dass Individuen durch Bildung Zugänge zu sich und zu der Welt ermöglicht werden und sie lernen, diese aktiv zu nutzen.

Für das Konzept Datenbewusstsein bedeutet dies, dass über den allgemeinbildenden Beitrag im Sinne Klafkis (Grundfähigkeiten und Dimensionen) hinaus auch eine Transformation von Selbst- und Weltsichten sowie Verhaltensweisen unterstützt werden sollte. Bezogen auf die Selbst- und Weltsichten (im Sinne von Bildung 1 und 2) sollte das Konzept daher ermöglichen, dass Schüler:innen neue Deutungs- und Orientierungsrahmen kennenlernen, die ihnen entsprechende Sichtweisen auf ihre eigene Rolle sowie auf die Rolle von ddA in alltäglichen Interaktionen mit ddA eröffnen. Das Ziel dabei ist, dass sie diese Rahmen und Sichtweisen in alltäglichen Situationen mit ddA nutzen können, wodurch ihre Handlungsfähigkeit im Hinblick auf ddA gestärkt werden sollte. Das Vermitteln solcher, für Datenbewusstsein spezifischer, Deutungs- und Orientierungsrahmen beziehungsweise Sichtweisen kann somit einen Zugang zu einer von ddA geprägten Welt bieten. Wichtig ist dabei zu beachten, dass es nicht nur um das Verstehen von ddA (Weltsicht) geht, sondern insbesondere auch um das Erkennen und Reflektieren der eigenen Rolle (Selbstsicht).

2.2.2 Bezug zu Agency und Empowerment

In den vorherigen Diskussionen zum Bildungsverständnis stand die Entwicklung eines selbstbestimmten und mündigen Individuums sowie dessen Verhältnis zu sich selbst und zur Welt im Mittelpunkt. Dabei ergeben sich Überschneidungen zu Konzepten wie Agency und Empowerment. Diese bieten insbesondere im Hinblick auf die Ideen des selbstbestimmten und mündigen Handelns vielversprechende Anknüpfungen und Konkretisierungen. Im Folgenden werden grundlegende Ideen zu diesen Konzepten kurz skizziert. Es sei anzumerken, dass eine ausführliche Auseinandersetzung mit den beiden Konzepten den Umfang dieser Arbeit übersteigen würde. Ziel dieses Abschnitts ist es vielmehr, eine Positionierung zu den Begriffen vorzunehmen und zu klären, was im Rahmen dieser

Arbeit unter Agency und Empowerment verstanden wird. Hierzu werden einzelne theoretische Rahmungen beider Konzepte diskutiert, ohne einen Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben.

Bedeutung von Agency

Das Konzept der Agency (z.B. mit Mündigkeit oder (mündiger) Handlungsfähigkeit übersetzt) wird in verschiedenen Disziplinen diskutiert und häufig in didaktischen Kontexten im Rahmen von Zielsetzungen verwendet. Eine einheitliche Erklärung existiert allerdings nicht. In theoretischen Arbeiten und Literaturübersichten finden sich unterschiedliche Begriffsbestimmungen und Interpretationen (siehe z.B.: Emirbayer & Mische, 1998; Ete-läpelto et al., 2013).

Emirbayer und Mische (1998) schlagen aufbauend auf ihrer Auseinandersetzung mit verschiedenen Perspektiven auf Agency ein analytisches Verständnis von Agency als Handeln im Rahmen von drei Dimensionen vor, die sich auf zeitliche Orientierungen beziehen: „informed by the past (in its habitual aspect), but also oriented toward the future (as a capacity to imagine alternative possibilities) and toward the present (as a capacity to contextualize past habits and future projects within the contingencies of the moment)“ (Emirbayer & Mische, 1998, S. 963). Sie definieren Agency wie folgt:

„as the temporally constructed engagement by actors of different structural environments – the temporal-relational contexts of action – which, through the interplay of habit, imagination, and judgment, both reproduces and transforms those structures in interactive response to the problems posed by changing historical situations.“ (Emirbayer & Mische, 1998, S. 970)

Agency beziehungsweise ein mündiges Handeln in einer bestimmten Situation ist demnach sowohl von Erfahrungen und Gewohnheiten aus der Vergangenheit (z.B. in Bezug auf Verhaltensweisen) als auch von Zukunftsvorstellungen (z.B. hinsichtlich verschiedener Handlungsergebnisse und -verläufe) geprägt. Die Bewertung dessen bildet schließlich die Grundlage für eigene Handlungsentscheidungen und somit für die Wahl bestimmter Handlungsverläufe (vgl. Emirbayer & Mische, 1998, S. 971). Bei dieser Konzeption stellen Emirbayer und Mische (1998) die Bedeutung einer zeitlichen Betrachtungsweise für Agency heraus, wodurch etwa frühere Erfahrungen und Gewohnheiten im Konzept entsprechende Berücksichtigung finden. Hervorzuheben an diesem Begriffsverständnis von Agency ist, dass das Ergebnis mündigen Handelns eine Wirkung beziehungsweise einen Einfluss auf die Umwelt des Individuums beziehungsweise auf den jeweiligen Kontext der Handlung darstellt (vgl. Emirbayer & Mische, 1998). So wird Agency in diesen Konzept mit einem Bezug zur Umgebung des Individuums und der Auseinandersetzung damit beschrieben, was beispielsweise Personen, Orte oder Ereignisse umfassen kann (Emirbayer & Mische, 1998). Agency wird in dieser Betrachtungsweise von Emirbayer und Mische (1998) also auf die Handlungen eines Individuums im Rahmen äußerer Strukturen (z.B. des sozialen Umfelds) beziehungsweise des Kontexts der Handlung bezogen.

Eine weitere Konzeption von Agency wurde von Bandura (2001) vorgeschlagen, in der das Individuum ebenfalls als in Strukturen eingebettet verstanden wird. Als grundlegende Idee beschreibt er, dass sich Agency darin zeigt, dass ein Individuum durch die Handlungen absichtlich etwas bewirken kann (Bandura, 2001), sodass sich Agency auf

eine aktive und gestaltende Rolle des Individuums bezieht. Seine Konzeption charakterisiert Agency anhand von vier Aspekten: intentionality, forethought, self-reactiveness und self-reflectiveness (vgl. Bandura, 2001, S. 6-11). Es geht also um Handlungen, die intentional – also absichtlich und zielgerichtet – erfolgen. Bandura (2001) hebt hervor, dass sich die Intention auf die Durchführung der Handlung bezieht, nicht jedoch auf deren Folgen, die beispielsweise auch unbeabsichtigt sein können. Mit dem zweiten Aspekt beschreibt er, dass Agency ein vorausschauendes Denken umfasst, also etwa das Nachdenken über die Konsequenzen von Handlungen und Wählen von Handlungsverläufen in Erwartung zukünftiger Ereignisse oder Ergebnisse (Bandura, 2001). Dies beinhaltet beispielsweise, dass die Handlungen so ausgewählt und ausgerichtet werden, dass bestimmte Ziele erreicht werden können. Ergänzend zu den vorherigen Aspekten, die unter anderem auch absichtsvolle Handlungsentscheidung umfassen, beschreibt (Bandura, 2001) mit dem dritten Aspekt die Fähigkeit, die Umsetzung einer Handlung selbst zu motivieren und zu regulieren. Der letzte Aspekt bezieht sich auf die Selbstreflexion, also die Reflexion des eigenen Denkens, Handelns oder auch der eigenen Fähigkeiten (Bandura, 2001). Ausgehend von diesem Verständnis von Agency beschreibt Bandura (2001) Modi von Agency, anhand derer Agency nicht nur auf einer individuellen Betrachtungsweise beschrieben wird, sondern auch im Hinblick auf das Einwirken auf andere Personen sowie im kollektiven Handeln verstanden werden kann.

Der vierte Aspekt aus dem Konzept von Bandura (2001), in dem es um die Reflexion geht, findet sich als zentrales Element auch in anderen Konzeptionen wieder. Zum Beispiel beschreibt Couldry (2014) Agency als „longer processes of action based on reflection, giving an account of what one has done, even more basically, making sense of the world so as to act within it“ (Couldry, 2014, S. 891). In dieser Beschreibung werden sowohl die Reflexion des eigenen Handelns als auch das Verstehen der Welt hervorgehoben. Mündiges Handeln ist demnach mit einer reflexiven Praxis verbunden.

Während in den vorherigen Konzeptionen Individuen im Kontext umgebender Strukturen (z.B. sozialer Beziehungen) betrachtet wurden, legen andere Konzepte für Agency einen stärkeren Fokus auf das Individuum und dessen Handlungen – so etwa im Konzept von Giddens. Im Rahmen seiner Theory of Structuration liefert Giddens (1984) eine Konzeption von Agency. Nach ihm zeigt sich Agency in menschlichen Handlungen und Verhaltensweisen, wenn diese vom Akteur intentional oder auch absichtlich erfolgt ist, was gerade das Gegenteil von lediglich reaktiven Handlungen ist (Giddens, 1984, S. 45) (vgl. auch: Eteläpelto et al., 2013). Das intentionale Handeln findet sich so auch in den vorherigen Konzepten wieder. Die Charakterisierung mündigen Handelns („agentic actions“) hängt also nicht davon ab, ob ein Mensch selbst gehandelt hat, sondern vielmehr ob die Handlung mit Absicht erfolgt ist. In seinen Ausführungen konkretisiert Giddens (1984), was eine intentionale oder absichtliche Handlung ist. Er schreibt dazu:

„Agency refers not to the intentions people have in doing things but to their capability of doing those things in the first place (which is why agency implies power [...]). Agency concerns events of which an individual is the perpetrator, in the sense that the individual could, at any given phase in a given sequence of conduct, have acted differently. Whatever happened would not have happened if that individual had not intervened.“ (Giddens, 1984, S. 48)

Es geht also darum, dass das Ergebnis einer Handlung durch das Handeln des Individuums bewirkt wurde und nur deshalb eingetreten ist. Das setzt voraus, dass der Akteur

weiß und glaubt, dass die Handlung dieses spezifische Ergebnis herbeiführt. Dabei ist zu beachten, dass eine Handlung verschiedene Konsequenzen haben kann, einschließlich solcher, die nicht intendiert waren (man denke beispielsweise an Kettenreaktionen). Dies wirft die Frage nach den Konsequenzen über Raum und Zeit auf. So könnte beispielsweise im Kontext der Nutzung eines ddA das Bereitstellen von persönlichen Daten durch den Nutzenden auch im spätere Nutzungsverlauf weitere unbeabsichtigte Konsequenzen haben (z.B. wegen Klassifikationen). Dazu argumentiert Giddens (1984), dass die Folgen einer Handlung, die räumlich oder zeitlich deutlich distanziert sind, oft eher nicht mehr als intentional zu verstehen sind. Damit schließt Giddens (1984) – ähnlich wie zuvor beim Konzept von Bandura (2001) beschrieben – unbeabsichtigte Folgen bei der Betrachtung von Agency aus. Eine Problematik einer solchen Betrachtungsweise wird allerdings bei erwünschten Konsequenzen von Handlungen im Rahmen der Nutzung von ddA deutlich, die erst deutlich später im Nutzungsverlauf zum Tragen kommen können (z.B. Strategien hinsichtlich der Datenpraktiken).

Im vorherigen Zitat von Giddens ist des Weiteren der Aspekt hervorzuheben, dass der Akteur auch hätte anders handeln können. Das schließt insbesondere solche Handlungen aus, die lediglich reaktiv oder in gewisser Weise erzwungen waren. Zudem setzt dies voraus, dass der Akteur verschiedene Handlungsmöglichkeiten kennt, deren Konsequenzen (zumindest in gewissem Maße) antizipieren kann und die Handlung entsprechend ausführt, um schließlich die gewünschten Effekte zu erzielen (siehe auch: Eteläpelto et al., 2013, S. 49).

Die dargestellte Sichtweise von Giddens kann hinsichtlich des Fokus auf dem Individuum und der mangelnden Berücksichtigung der Beziehungen zwischen dem Individuum und dessen sozialen Umfeld kritisiert werden (siehe: Eteläpelto et al., 2013); gleichwohl die Beziehungen zwischen Strukturen und der individuellen Agency in seinem Konzept nicht gänzlich unberücksichtigt bleiben (siehe: Kennedy et al., 2015). Wichtig ist allerdings festzuhalten, dass Agency immer auch im Verhältnis zu äußeren Strukturen zu sehen ist.

In den vorherigen Konzepten wurde Agency auf Individuen und ihr Handeln in bestimmten Situationen bezogen. In dieser Arbeit wird Agency im Kontext der Nutzung oder Interaktion mit digitalen Artefakten betrachtet. Dabei sollte allerdings auch die Rolle von digitalen Artefakten als Teil der äußeren Strukturen beziehungsweise des Handlungskontextes berücksichtigt werden – wie es beispielsweise in der Konzeption von Rammert (2012) argumentiert wird. Rammert (2012) vertritt die Auffassung, dass sich Agency wegen der großen Bedeutung von digitalen Systemen in der Welt zwischen Menschen und digitalen Systemen verteilt – er bezeichnet dies als Distributed Agency. Ähnlich wie die Berücksichtigung sozialer Strukturen bei menschlicher Agency, sollten nach Rammert (2012) auch die Beziehungen zu digitalen Systemen in den Blick genommen werden, da diese Einfluss auf das Handeln der Individuen haben können. Deutlich wird dies bei der Nutzung von intelligenten digitalen Systemen (z.B. smarte Assistenzsysteme).

Zusammenfassend beschreibt Agency eine Auseinandersetzung oder auch Interaktion mit der Welt, also beispielsweise mit ddA, bei der Handlungen abhängig von eigenen Gewohnheiten und Erfahrungen intentional geleitet sind und auf bestimmte Wirkungen und Veränderungen abzielen. Mündige Handlungen haben demnach eine Wirkung auf die Welt, die ohne diese Handlungen nicht unbedingt entstanden wäre. In den diskutierten Konzepten wurde unter anderem hervorgehoben, dass Individuen mögliche Handlungsverläufe verste-

hen, Handlungsmöglichkeiten erkennen und bewerten sowie gezielt Handlungsmöglichkeiten auswählen können. Dies umfasst zum Beispiel im Kontext der Interaktion mit ddA, dass Individuen mögliche Interaktionsverläufe kennen und Auswirkungen ihrer eigenen Aktionen einschätzen und reflektieren können. Letzteres setzt insbesondere ein Verständnis von ddA und der Rolle von Daten voraus, um die Konsequenzen möglicher Handlungen verstehen und absichtlich bestimmte Handlungsmöglichkeiten wählen zu können. Ein konkretes Beispiel für mündiges Handeln könnte etwa das Gestalten von digitalen Systemen sein.

Bezogen auf Datenbewusstsein umfasst die Förderung einer mündigen Handlungsfähigkeit demnach unter anderem, die Schüler:innen zu befähigen, ein Verständnis für ddA und ihre Interaktionen mit ddA zu entwickeln, Handlungsoptionen zu erkennen, abzuwägen und gezielt auszuwählen. Interessant an der Charakterisierung von Agency ist für Datenbewusstsein zudem, dass von einer reflexiven Praxis ausgegangen wird, bei der eine aktive und auf Verständnis beruhende Auseinandersetzung mit der Interaktion mit ddA stattfindet (z.B. aktiv Handlungsoptionen und -verläufe überlegen und Handlungsentscheidungen treffen). Eine solche Auseinandersetzung muss nicht in jeder Situation stattfinden, jedoch sollten Schüler:innen in der Lage sein, während ihrer Interaktion mit ddA die Perspektive zu wechseln und sich reflexiv mit dieser Interaktion auseinanderzusetzen. Dies ist anschlussfähig an vorherige Überlegungen zur Bedeutung von Bildung und knüpft an den eingangs bereits erwähnten Halt-Stopp-Moment für das Konzept Datenbewusstsein an, was später in Abschnitt 4.3.1 näher erläutert wird.

Bedeutung von Empowerment

Zur Begrifflichkeit Empowerment gibt es zahlreiche Diskussionen, ein theoretischer Konsens fehlt jedoch auch bei diesem Konzept (für Diskussionen zur Bedeutung des Begriffs siehe beispielsweise: Iivari, 2020; Van Mechelen et al., 2021). In diesem Abschnitt wird zunächst ein allgemeines Begriffsverständnis skizziert, bevor anschließend Konzeptionen mit Bezug zu digitalen Artefakten diskutiert werden.

Empowerment wird häufig auf Arbeiten ab den 1960er Jahren zurückgeführt, etwa jene von Rappaport oder Freire. So wird zum Beispiel Freires oft zitierte Arbeit zur *Pedagogy of the Oppressed* (siehe: Freire, 2012)⁴ häufig herangezogen. Freire zielt darauf ab, Menschen aus unterdrückten und benachteiligten Gesellschaftsgruppen dabei zu unterstützen, die Welt aktiv mitzugestalten, statt in Fremdbestimmung und Machtlosigkeit zu verbleiben (vgl. Freire, 2012). Dabei argumentiert er, dass sich Macht in einer Gesellschaft bei wenigen Personen konzentriert, dem er mit seinem Ansatz entgegenzuwirken versucht (Freire, 2012). Eine grundlegende Idee besteht darin, Menschen aus Gruppen mit weniger Macht und geringerem gesellschaftlichen Einfluss zu befähigen, bei Entscheidungsprozessen mitzuwirken und ihre Umwelt mitzugestalten. Zentral ist dabei die Idee der Emanzipation aus unterdrückenden Machtverhältnissen. Mit Bezug zur vorherigen Diskussion über Bildung als theoretische Grundlage dieser Arbeit ist im Rahmen dieses Vorhabens insbesondere die Bedeutung der Entfaltung einer eigenen Handlungsfähigkeit sowie die Ermächtigung zur aktiven Teilhabe und Mitgestaltung der digitalen Welt relevant. Wie der Begriff schon vermuten lässt, geht es bei Empowerment also allgemein um Machtverhältnisse und -strukturen. Der Begriff der Macht wird nicht einheitlich ver-

⁴Das Buch erschien erstmals 1970 in englischer Sprache.

standen. Eine detaillierte Auseinandersetzung mit dem Machtbegriff würde den Rahmen dieser Arbeit übersteigen. Als Ausgangspunkt sei auf die Diskussion von Hardy und Leiba-O'Sullivan (1998) verwiesen, die – auch wenn sie sich auf den Kontext von Management in Unternehmen bezieht – einen interessanten Überblick über verschiedene Perspektiven und Traditionen des Machtbegriffs geben.

Eine weitere Grundlage für ein Begriffsverständnis von Empowerment stammt von Rappaport, der Empowerment in seinen Arbeiten als Leitlinie für die Gemeindepsychologie vorschlägt (Rappaport, 1981, 1987). Er beschreibt Empowerment als „a process, a mechanism by which people, organizations, and communities gain mastery over their affairs“ (Rappaport, 1987, S. 122). Bezogen auf Individuen formuliert er es auch als „possibilities for people to control their own lives“ (Rappaport, 1981, S. 15). Nach ihm geht es bei Empowerment also im Wesentlichen darum, dass Menschen in der Lage sind, ihr Leben selbst zu kontrollieren. Dabei geht er – ähnlich wie Freire – auf die Frage der Kontrolle und Macht ein, die durch Empowerment ausgeglichen werden sollen (vgl. Rappaport, 1987). In Anlehnung an Rappaport umfasst das Konzept Empowerment demnach vor allem, dass Individuen Kontrolle beziehungsweise Macht haben, ihr Leben und Handeln selbst zu bestimmen, was anschlussfähig an die zuvor beschriebene emanzipatorische Perspektive von Freire ist.

Bezogen auf den Kontext digitaler Technologien haben Kinnula et al. (2017) verschiedene Kategorien von Perspektiven auf Empowerment erarbeitet (siehe auch: Van Mechelen et al., 2021). Die erste Kategorie wurde *Mainstream View* genannt. Sie beschreibt, dass Personen zum Erreichen vorgegebener Ziele gewisse Autonomie und Verantwortung erhalten. Da die Ziele aber von anderen vorgegeben werden, kann diese Perspektive dahingehend kritisch hinterfragt werden, ob es sich tatsächlich um Empowerment handelt (vgl. Kinnula et al., 2017). Mit der *Critical View* beschreiben Kinnula et al. (2017), dass Individuen ohne Macht befähigt werden, Machtverhältnisse zu hinterfragen und sich gegen unterdrückende Strukturen zu wehren. Eine weitere Perspektive nach Kinnula et al. (2017) ist die *Democratic View*, bei der alle beteiligten Personen gleichmäßig Macht und Verantwortung erhalten sollen und alle selbstbestimmt über das eigene Leben entscheiden dürfen. Hierbei wird also eine idealistische Perspektive eingenommen, in der keine ungleichen Machtverhältnisse bestehen sollen. Eine weitere Perspektive ist die *Functional View*, die auf eine Unterstützung von Individuen durch die Verbesserung ihrer Lebensumstände abzielt (vgl. Kinnula et al., 2017). Dabei geht es im Wesentlichen um eine effektivere und effizientere Bewältigung von Aufgaben, etwa durch bessere Tools. Die letzte Perspektive, die *Educational* oder auch *Competence View*, beschreibt die Förderung von Kompetenzen und Fähigkeiten, durch die eine Teilhabe an der Gesellschaft sowie ein qualitativ besseres Leben ermöglicht werden sollen (vgl. Kinnula et al., 2017).

Auch wenn darüber diskutiert werden kann, ob alle diese Perspektiven tatsächlich Empowerment beschreiben, insbesondere dort, wo weiterhin ausgeprägte asymmetrische Machtverhältnisse bestehen, zeigen sie unterschiedliche Sichtweisen auf das Konzept auf. Als gemeinsame Grundidee von Empowerment, die sich in den unterschiedlichen Perspektiven und der Diskussion von Kinnula et al. (2017) zeigt, wird deutlich, dass es im Kern um das Überwinden ungleicher Machtverhältnissen geht. Dies ist anschlussfähig an die zuvor diskutierten Konzeptionen, in denen unter anderem Emanzipation eine Rolle spielte (siehe z.B.: Freire, 2012). Zudem zeigt sich bei den Perspektiven ein Bild von Empowerment, bei dem es um eigene Entscheidungen über das eigene Leben sowie um mehr Verantwortung

geht. So wird in diesem Sinne beispielsweise eine Befähigung angestrebt, bei der durch Kompetenzentwicklung Entscheidungsfreiheit und Mitbestimmung gefördert werden soll.

Insbesondere in der internationalen Informatikdidaktik wurde Empowerment in den letzten Jahren immer wieder als übergeordnetes Ziel aufgegriffen. Die Verwendung des Begriffs Empowerment im spezifischen Forschungsbereich der Child-Computer Interaction wurde zum Beispiel in einem systematischen Literaturreview von Van Mechelen et al. (2021) untersucht, in dem die zuvor beschriebenen fünf Perspektiven auf Empowerment als Grundlage genutzt wurden. Dieses interdisziplinäre Forschungsfeld befasst sich mit der Interaktion zwischen Kindern und digitalen Technologien, wobei Überschneidungen zu den Forschungsbereichen der Human-Computer Interaction sowie der Computing Education bestehen (zur Idee dieses Forschungsfelds siehe etwa: Read & Markopoulos, 2013). Das Literaturreview zeigte, dass Empowerment am häufigsten im Sinne der Educational View interpretiert beziehungsweise verstanden wurde (vgl. Van Mechelen et al., 2021). Häufig geht es demnach um die Vermittlung von Wissen und Kompetenzen, um dadurch Teilhabe und Mitwirkung an der Gesellschaft zu fördern. Die Functional View wurde am zweithäufigsten eingenommen, indem beispielsweise durch das Bereitstellen von Tools (z.B. Scratch) Empowerment gefördert werden soll (vgl. Van Mechelen et al., 2021).

Ein konkretes Beispiel für die Interpretation von Empowerment in der Informatikdidaktik stellt das Konzept des Digital Empowerment von Tissenbaum et al. (2019) dar. Ihre Sichtweise auf Empowerment beschreiben sie wie folgt:

„Digital empowerment builds from the work of Freire, which situates empowerment as the ability to critically engage in issues of concern to them, and Thomas and Velthouse, who see empowerment connecting to the concepts of meaningfulness, competence, self-determination, and impact.“ (Tissenbaum et al., 2019, S. 2)

Darauf aufbauend beschreiben sie mit Digital Empowerment, dass Menschen befähigt werden sollen, ihre Computational Identity zu nutzen, um beispielsweise Lösungen für reale Probleme zu entwickeln (vgl. Tissenbaum et al., 2019).

Als weiteres Beispielkonzept sei Computational Empowerment erwähnt, das darauf abzielt, dass Schüler:innen dazu zu befähigen, kritische und informierte Entscheidungen über digitale Technologien in ihrem Leben zu treffen und an gesellschaftlichen Diskursen zu digitalen Technologien und deren Entwicklung teilzuhaben (vgl. Dindler et al., 2020). Dieses Konzept wird im Abschnitt 2.4 ausführlicher diskutiert.

Zusammenfassend kann Empowerment als Befähigung und Ermächtigung von Personen (z.B. Schüler:innen) verstanden werden, wodurch sie selbst über ihr Leben und Handeln entscheiden, Verantwortung dafür übernehmen und die Welt mitgestalten können. Zentral ist dabei die Frage nach Macht und Kontrolle sowie deren Verteilung in der Gesellschaft. Empowerment ist damit als übergeordnete Zielsetzung für Lernen durchaus anschlussfähig an Bildungsideen, wie sie zuvor in Abschnitt 2.2.1 diskutiert wurden. So finden sich beispielsweise auch im Bildungsverständnis von Klafki (2007) Ziele wie Selbst- und Mitbestimmung wieder.

Für das Konzept Datenbewusstsein sind insbesondere die alltäglichen Interaktionen der Schüler:innen mit ddA relevant, in denen ebenfalls durchaus asymmetrische Machtverhältnisse bestehen können, wie später in Abschnitt 4.2.3 näher diskutiert wird. In diesem

Zusammenhang stellt sich also etwa auch die Frage nach den Kontrollmöglichkeiten der Nutzenden. Ein Beispiel der für die Förderung von Empowerment könnte etwa sein, dass Schüler:innen lernen, ddA zu gestalten oder an deren Entwicklung teilzuhaben. Eine weitere mögliche Perspektive wäre die Befähigung der Schüler:innen, in solchen Situationen informierte und eigenständige Handlungsentscheidungen zu treffen, gestaltend auf ddA einzuwirken und Interaktionsverläufe zu kontrollieren, anstatt solche Systeme lediglich zu benutzen. Diese Überlegungen werden im Rahmen der Konzeption von Datenbewusstsein später im Abschnitt 4.3.1 weitergehend diskutiert.

2.3 Positionierung in einem theoretischen Rahmen für die Informatikdidaktik

Das Konzept Datenbewusstsein umfasst insbesondere ein Verständnis für eine von ddA getriebene Welt, was sich insbesondere auf konkrete Alltagssituationen bezieht, in denen die Schüler:innen beispielsweise ddA nutzen. Im theoretischen Rahmen der *Hybriden Interaktionssysteme* (HIS) wird eine Betrachtung von digitalen Artefakten in Interaktionskontexten vorgeschlagen. Zur Anknüpfung an die Alltagssituationen der Nutzung von ddA liegt es daher nahe, diesen theoretischen Rahmen als Ausgangspunkt für die fachdidaktische Perspektive dieser Arbeit zu wählen. Daher wird dieser Rahmen im Folgenden näher diskutiert.

Mit dem theoretischen HIS-Rahmen schlagen Carsten Schulte und Kolleg:innen einen didaktischen Ansatz vor, mit dem die Informatikdidaktik für die Schule gerahmt werden kann (vgl. Schulte, 2022; Schulte & Budde, 2018; Schulte et al., 2018, 2023).⁵ Der Rahmen beschreibt im Kern eine Betrachtungsweise für die Informatikdidaktik und postuliert, dass digitale Artefakte im Kontext von Interaktionssystemen betrachtet werden sollten. Es solches HIS besteht aus der Interaktion zwischen Mensch und digitalem Artefakt (Schulte & Budde, 2018). Es wird argumentiert, dass das Verstehen eines Akteurs (Mensch oder digitales Artefakt) nicht isoliert möglich und sinnvoll ist, ohne das umgebende Interaktionssystem als Kontext zu berücksichtigen (Schulte & Budde, 2018). Im Hinblick auf diese Arbeit bedeutet dies beispielsweise, dass das Verstehen von ddA und der Rolle von Daten in einem ddA die Berücksichtigung des Interaktionssystems voraussetzt, in dem dieses ddA genutzt wird. Im Mittelpunkt dieses Rahmens steht daher die Betrachtung von Interaktionssystemen, die sich aus Mensch, digitalem Artefakt und deren Interaktion zusammensetzt.

Im Folgenden wird dieser Rahmen zusammenfassend dargestellt. Zunächst wird erläutert, was diese Interaktionssysteme ausmacht, anschließend folgt eine Abstraktion auf verschiedene Betrachtungsebenen solcher HIS, bevor abschließend unterschiedliche bildungsorientierte Reflexionsebenen beschrieben werden. Dieser theoretische Rahmen bildet eine der Grundlagen für das Konzept Datenbewusstsein und wird daher für den Kontext

⁵Der HIS-Rahmen wurde in verschiedenen Artikeln von Carsten Schulte gemeinsam mit unterschiedlichen anderen Personen vorgestellt und stellt somit in gewisser Weise eine Paderborner Perspektive auf die Didaktik der Informatik dar. Der Rahmen baut unter anderem auf früheren soziotechnischen Perspektiven in der Didaktik der Informatik auf. Eine zusätzliche Charakterisierung des HIS-Rahmens findet sich beispielsweise in der Dissertation von Budde (2021). Im Sinne der Genese dieses Rahmens seit den ersten Artikeln wird im Wesentlichen eine sprachliche Zuschreibung zu Carsten Schulte und anderen verwendet.

der Interaktion mit ddA angepasst und durch weitere theoretische und empirische Erkenntnisse ergänzt.

2.3.1 Komponenten von Hybriden Interaktionssystemen

Vor dem Hintergrund der vorherigen Diskussionen zu Agency und Empowerment, in denen es unter anderem um Ziele der Handlungsfähigkeit, Handlungskontrolle und das Treffen eigener Handlungsentscheidungen ging, stellt sich die Frage, wie ein HIS aus fachdidaktischer Perspektive gefasst werden kann. Konkret liefert der HIS-Rahmen Antworten darauf, was ein digitales Artefakt in dieser Betrachtungsweise ausmacht, wie die Interaktion verstanden werden kann und welche Rolle der Mensch in einem HIS spielt. Diese drei Komponenten eines HIS – digitales Artefakt, Interaktion, Mensch – werden im Folgenden nacheinander diskutiert.

Rolle des digitalen Artefaktes

Im theoretischen Rahmen wird der Begriff der digitalen Artefakte verwendet. Dieser Begriff dient als Umschreibung für Computersysteme, Informatiksysteme, digitale Technologien und ähnliche Bezeichnungen und betont, dass es sich dabei um Artefakte handelt – also um vom Menschen geschaffene Objekte. Digitale oder allgemein technische Artefakte unterscheiden sich dadurch grundlegend von natürlichen Phänomenen und Objekten. Diese Unterschiede werden in der folgenden Diskussion zur Theorie der dualen Natur technischer Artefakte näher beleuchtet.

Für die Frage, wie ein digitales Artefakt verstanden und erklärt werden kann, bietet die Theorie der dualen Natur technischer Artefakte eine hilfreiche Perspektive (siehe z.B.: Houkes et al., 2011; Kroes, 1998, 2002; Vermaas & Houkes, 2006). Diese entstammt technikphilosophischen Diskursen und bezieht sich primär auf technische Artefakte – darunter fallen auch digitale Artefakte. Nach der Theorie der dualen Natur (kurz: Dualität) technischer Artefakte sind zwei Betrachtungsweisen zentral, die teils mit unterschiedlichen Begriffen bezeichnet werden: einerseits wird die Struktur technischer Artefakte betrachtet, andererseits ihre Funktion (z.B. Kroes, 1998, 2002; Vermaas & Houkes, 2006). Im HIS-Rahmen wird hierfür von *Architektur* (für die Struktur) und *Relevanz* (für die Funktion) gesprochen (Schulte & Budde, 2018). Die Architekturperspektive bezieht sich auf die Beschreibung des Aufbaus und der Funktionsweise eines Artefakts, etwa bezüglich der algorithmischen Prozesse. Im Gegensatz dazu befasst sich die Relevanzperspektive mit der Interpretation und Beurteilung von Intentionen, Zwecken, Bedeutungen und sozialen Auswirkungen des digitalen Artefakts, etwa warum es in einer bestimmten Weise entworfen wurde und wie es verwendet wird. Während die Architekturperspektive also eine objektive Beschreibung darstellt, ist die Relevanzperspektive eher eine kontextbezogene, subjektive Interpretation (Schulte, 2022). Schulte (2022) veranschaulicht dies anhand von typischen Fragen: die Architekturperspektive bezieht sich auf Wer-Wie-Was-Fragen, während die Relevanzperspektive Wieso-Weshalb-Warum-Fragen beantwortet. Gerade hinsichtlich der Relevanz zeigt sich der Unterschied zwischen technischen Artefakten und natürlichen Objekten deutlich, da natürliche Objekte und Phänomene keine von Menschen intendierten Funktionen besitzen (Kroes, 2002). Kroes (2002, S. 294) fasst diesen Unterschied wie folgt zusammen: „Without its function, the object loses its status as a technical artefact.“ Damit unterstreicht er die Bedeutung der Funktion für die Einordnung eines Objekts als

technisches Artefakt; ohne sie wäre es einem natürlichen Objekt gleichgestellt.

Besonders hervorzuheben ist, dass gerade die Relevanzperspektive insbesondere die Intentionen und Zwecke aufgreift, mit denen ein Artefakt entwickelt wurde – dies wird einen wichtigen Aspekt im Konzept Datenbewusstsein darstellen. Bei der Relevanzperspektive ist zu beachten, dass sich die Bedeutung der Funktion bzw. Relevanz eines Artefakts erst im Entwicklungs- oder Nutzungskontext entfaltet und daher auch nicht losgelöst vom Kontext betrachtet werden kann (Kroes, 1998, 2002). Erst im Kontext – etwa der Nutzung – werden dem Artefakt Funktionen zugeschrieben (Vermaas & Houkes, 2006), wie beispielsweise wofür jemand ein digitales Artefakt verwenden möchte. Wird dieser Kontext bei der Betrachtung eines technischen Artefakts ausgeklammert, geht nach Kroes (2002) die Bedeutung der Funktion verloren. Der Zusammenhang zwischen der Architektur- und der Relevanzperspektive zeigt sich beispielsweise in der Idee der „use plans“, mit denen Vermaas und Houkes (2006) eine Serie von Handlungen zur Manipulation des Artefakts beschreiben, die einem übergeordneten, intendierten Ziel folgen. Am Beispiel eines Instant Messengers könnte dies etwa eine Handlungsabfolge zum Senden einer Nachricht an eine andere Person umfassen (z.B. Empfänger definieren, Text eingeben, Button auswählen).

Die duale Natur technischer Artefakte zeigt sich insbesondere in der Beschreibung und Erklärung eines technischen Artefakts. Dazu unterscheidet Kroes (1998) zwei Beschreibungsmodi: den structural mode (Beschreibung bezogen auf „physical and structural properties and behavior“ (Kroes, 1998, S. 124)) und den functional mode (Beschreibung bezogen auf „with regard to its function, a technological object is described in an intentional (teleological) way“ (Kroes, 1998, S. 124)). Eine Beschreibung oder Erklärung im rein funktionalen Modus blendet die Struktur aus und behandelt diese als eine Art Black Box; ebenso wie eine Beschreibung im rein strukturalen Modus die Funktion unberücksichtigt lässt. Eine vollständige Erfassung und insbesondere die Erklärung eines technischen Artefakts umfasst hingegen beide Perspektiven. Konkret argumentiert Kroes (2002), dass ein technisches Artefakt nicht hinreichend aus nur einer der beiden Perspektiven verstanden werden kann und beide Sichtweisen eingenommen werden sollten. Zentral am Ansatz der dualen Natur technischer Artefakte ist somit die Annahme, dass ein Verstehen und Erklären technischer Artefakte die Einnahme beider Perspektiven erfordert (Houkes et al., 2011).

Aus der Perspektive des HIS-Rahmens zeigt sich aufbauend auf dieser Theorie der dualen Natur technischer Artefakte, dass Technik nicht neutral ist. Digitale Artefakte folgen stattdessen zugrunde liegenden Zwecken, wurden von Menschen gestaltet und können durch ihre Nutzung bestimmte Wirkungen entfalten (vgl. Schulte, 2022). Aus didaktischer Sicht wäre dies etwa eine wichtige Erkenntnis für Schüler:innen, digitale Artefakte als gestaltet und gestaltbar wahrzunehmen. Im Sinne des Konzepts Datenbewusstsein sollte diesbezüglich also beispielsweise deutlich gemacht werden, dass die ddA aus dem Alltag der Lernenden von Intentionen und Zwecken geprägt sind und auch anders sein könnten. Dies wird später in der Konzeptentwicklung als ein zentraler Aspekt mit einfließen (siehe etwa Abschnitt 4.4.2).

Interaktion zwischen Mensch und digitalem Artefakt

Wie zuvor im Hinblick auf das Verstehen und Erklären digitaler Artefakte deutlich wurde, spielt der jeweilige umgebende Kontext eine große Rolle. Bezogen auf digitale Artefakte ist dies insbesondere die Nutzung von Menschen sowie die Interaktion mit anderen digitalen

Artefakten. Auch wenn digitale Artefakte auch untereinander interagieren können (siehe z.B.: Rahwan et al., 2019; Vartiainen, Liukkonen & Tedre, 2023), steht dies hier nicht im Fokus. Die Interaktion zwischen Mensch und digitalem Artefakt lässt sich aus verschiedenen Sichtweisen betrachten. Einerseits umfasst dies die konkrete Nutzung, andererseits das Wechselwirkungsverhältnis zwischen den beiden Akteuren (Schulte & Budde, 2018; Schulte et al., 2018). Diese beiden Sichtweisen werden im Folgenden kurz skizziert.

Interaktion im Sinne der menschlichen Handlung Interaktion zwischen Menschen und digitalen Artefakten beschreibt nach Schelhowe (2011) eine Kopplung des menschlichen Handelns (was etwa auch Prozesse des Interpretierens umfasst) mit maschinellen Prozessen. Es geht dabei also um eine Verbindung von menschlichen Aktionen und Prozessen beim digitalen Artefakt. Eine solche Idee der Interaktion mit einem digitalen Artefakt erinnert zunächst etwa an die Nutzung von Programmen über ein Graphical User Interface. Dies kann ebenfalls im Sinne des traditionellen Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe Prinzips (EVA) für die Informations- beziehungsweise Datenverarbeitung interpretiert werden (engl. Input-Processing-Output Model (IPO)). Demnach bekommt das digitale Artefakt eine Eingabe, verarbeitet diese und gibt eine Ausgabe. Ähnlich wie Schulte et al. (2018) argumentieren, erscheint dieses Prinzip etwas kurz gedacht für heutige digitale Artefakte, die schnelle Rückmeldungen geben und einen iterativen, interaktiven Prozess erlauben. Wegner (1997) beschreibt solche digitale Artefakte als interaktive Systeme, für die eine reine Betrachtung der Überführung einer Eingabe zu einer Ausgabe, wie es bei klassischen deterministischen Algorithmen üblich ist, nicht ausreicht. Ein Kernmerkmal von interaktiven Systemen ist nach ihm: „interactive systems [...] provide history-dependent services over time that can learn from and adapt to experience“ (Wegner, 1997, p. 81). Solche digitale Artefakte agieren demnach kontext- und zeitabhängig, sodass es nahe liegt, für die Betrachtung deren Funktionsweise und Verhalten Interaktionsprozesse in den Blick zu nehmen. Solche interaktiven Systeme finden wir insbesondere bei ddA wieder, die abhängig von zuvor erhobenen Daten agieren. Ein solcher Prozess ist demnach geprägt von Zuständen des digitalen Artefakts, in dessen Abhängigkeit eine Eingabe zu einer Ausgabe überführt wird (vgl. Wegner, 1997). Das bedeutet also, dass die Idee des EVA-Prinzips auf viele kürzere Zyklen von Aktionen über den Interaktionsprozess hinweg interpretiert werden sollte. Im HIS-Rahmen wird daher von Interaktionsketten, also Ketten von EVA-Prozessen, gesprochen (Schulte & Budde, 2018; Schulte et al., 2018). Es handelt sich bei der Interaktion mit einem digitalen Artefakt also um Prozesse wechselseitiger Aktionen des menschlichen Akteurs und des digitalen Artefakts, wie etwa in der Abbildung 2.2 dargestellt. Neben der Verarbeitung von Eingaben seitens des digitalen Artefakts, gibt es auch beim menschlichen Akteur im weitesten Sinne ähnliche Prozesse, insofern dass menschliche Handlungen und Handlungsentscheidungen aus menschlichen Verarbeitungsprozessen von Wahrnehmungen, Eindrücken, Sinnen und vieles mehr resultieren; dies wird im Kontext der menschlichen Aufmerksamkeit und des Bewusstseins in Abschnitt 2.7 näher diskutiert.

Interaktion im Sinne einer Wechselwirkung Die Interaktion zwischen Mensch und digitalem Artefakt kann ebenfalls auf einer höheren Abstraktionsebene so interpretiert werden, dass ein Wechselwirkungsverhältnis entsteht, in dem sich beide Akteure eines HIS gegenseitig beeinflussen (siehe Idee von *shaping* und *being shaped in*: Rahwan et al.,

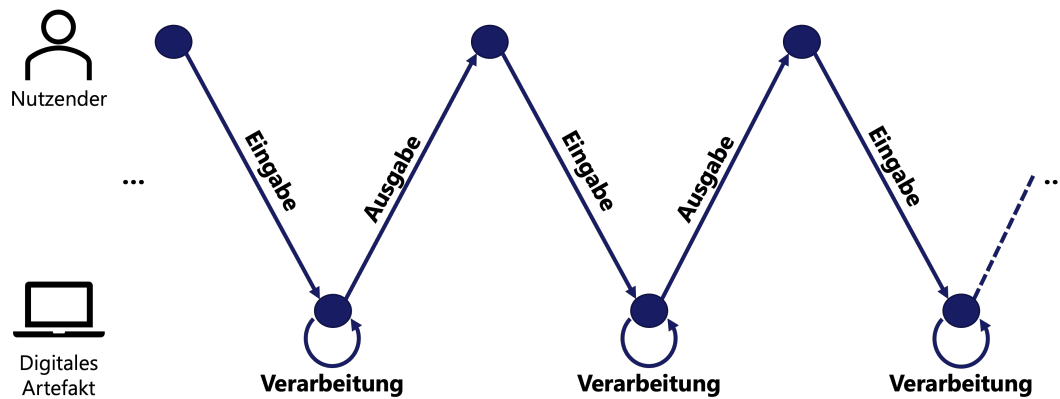


Abbildung 2.2: Interaktionskette als Interpretation des Interaktionsbegriffs in Orientierung an Abbildung 1 von Schulte und Budde (2018)

2019; Schulte & Budde, 2018).

Zum Beispiel diskutieren Rahwan et al. (2019) bezüglich intelligenter Systeme den wechselseitigen Einfluss zwischen Mensch und digitalen Systemen. Konkret beschäftigen sie sich mit dem „Machine Behaviour“, das sie als Vorschlag für ein interdisziplinäres Forschungsfeld zur Untersuchung des Verhaltens intelligenter Systeme beschreiben. Mit diesen Systemen meinen sie jene, die KI-Methoden einsetzen. Für diese Systeme argumentieren die Autoren, dass das konkrete Verhalten und die Auswirkungen dieser Systeme auf ihre soziale und technische Umgebung mit Berücksichtigung des jeweiligen Kontexts untersucht werden müssen. So wird beispielsweise erst im konkreten Kontext deutlich, ob ein solches System tatsächlich die intendierte Funktion erfüllt, was insbesondere auf die Unterschiede zu klassischen algorithmischen Systemen zurückzuführen ist (siehe dazu Abschnitt 4.2.1). Als ein Grund für die Untersuchung des Verhaltens von KI-Systemen nennen Rahwan et al. (2019) die Wechselwirkungen zwischen diesen Systemen und ihrer Umgebung, etwa mit den Nutzenden. Im Hinblick auf diese wechselseitigen Einflüsse argumentieren sie: Einerseits beeinflussen Menschen das Verhalten dieser Systeme, etwa bei der Entwicklung, durch den Input im Trainingsprozess oder später durch die Interaktion und die dabei entstehenden Daten. Der Einfluss des Menschen auf ein KI-System besteht also sowohl in der Entwicklungs- als auch in der Nutzungszeit. Andererseits beeinflussen diese Systeme auch die Menschen, etwa deren Vorstellungen oder Verhaltensweisen, was letztlich Auswirkungen auf individueller und gesellschaftlicher Ebene haben kann (vgl. Rahwan et al., 2019). Ein Beispiel dafür sind Gesichtserkennungssysteme, die aufgrund verzerrter Trainingsdaten diskriminierend gegenüber bestimmten Personengruppen sein können (vgl. Buolamwini & Gebru, 2018). Weitere Beispiele dieser Art werden später in Abschnitt 4.2.3 diskutiert.

Für Datenbewusstsein werden die Besonderheiten der Interaktionssysteme mit ddA im Abschnitt 4.2 ausführlicher erläutert. An dieser Stelle soll exemplarisch bereits eine Betrachtung angeführt werden. Bei datengetriebenen Systemen kann bereits die Nutzung einen Einfluss des Nutzers auf das digitale Artefakt haben. Verantwortlich können dafür ML-Modelle sein, die mit Nutzungsdaten trainiert werden und dadurch das System im Laufe der Nutzung verändern (vgl. Blackwell, 2015). Dies verdeutlicht die enge Verbindung der beiden hier beschriebenen Bedeutungen des Konzepts der Interaktion, wie also die

Nutzung und Wechselwirkung miteinander zusammenhängen.

Anknüpfend an den Ideen des wechselseitigen Einflusses zwischen Mensch und digitalem Artefakt umfasst der Interaktionsbegriff im HIS-Rahmen ebenfalls die Wechselwirkung zwischen Menschen und digitalen Artefakten (siehe z.B.: Schulte, 2022). Zentral dabei ist also, dass sich die beiden Akteure im HIS gegenseitig beeinflussen. Zusammenfassend wird die Interaktion im HIS-Rahmen sowohl im Sinne der Nutzung – beschrieben durch Interaktionsketten – verstanden als auch wechselseitiges Wirkungsverhältnis interpretiert. Im Konzept Datenbewusstsein werden Interaktionen mit ddA in Orientierung an diesem Interaktionsverständnis betrachtet. Dies wird später in Abschnitt 4.2.3 näher diskutiert.

Rolle des menschlichen Akteurs

Die Betrachtung der Interaktion, sowohl im Sinne der Nutzung als auch der Wechselwirkung, führt zu der Frage, welche Rolle der menschliche Akteur in einem HIS spielt. Dies wird in diesem Abschnitt näher betrachtet.

Rushkoff (2010) beschreibt (etwas plakativ) zwei verschiedene Rollen von Menschen gegenüber digitalen Artefakten mit dem Spruch: *Program or be programmed* (zu Deutsch: programmiere oder du wirst programmiert). Er postuliert damit, dass man entweder in der Lage ist, digitale Artefakte zu gestalten („programmieren“) oder von diesen maßgeblich gestaltet wird und digitale Artefakte akzeptieren muss wie sie sind („programmiert werden“). Letzteres würde etwa umfassen, dass alle Handlungsoptionen von einem digitalen Artefakt vorgeschrieben sind und ein Nutzender sich entsprechend anpassen muss.

Anknüpfend an das zuvor aufgegriffene Beispiel der datengetriebenen Systeme, also etwa ML-Systeme, argumentiert Blackwell (2015), dass eine Einschränkung der Mündigkeit und Selbstbestimmung der Nutzenden stattfindet. Zum einen liegt dies nach ihm an der mangelnden Kontrollierbarkeit der ML-Modelle seitens der Nutzenden und zum anderen an der Beeinflussung des Verhaltens und der wahrgenommenen Entscheidungsfähigkeit über das eigene Verhalten (z.B. durch Vorhersagen des Nutzungsverhaltens und darauf aufbauender Anpassungen des Systems und dessen Outputs). Nach Blackwell (2015) hat dies Auswirkungen auf die Entwicklung der eigenen Identität und der Selbstwahrnehmung, was schließlich zu passiven Rollen in einem solchen Interaktionsverhältnis führt.

Solche Rollen des menschlichen Akteurs gegenüber digitalen Artefakten werden auch in anderen Konzeptionen beschrieben, in denen oft weitere Zwischenstufen skizziert werden. Zum Beispiel beschreiben Fischer und Giaccardi (2006) ein Kontinuum solcher Rollen zwischen passiver Nutzung und aktivem Entwickeln digitaler Systeme. Auf diesem sogenannten Consumer-Designer Kontinuum positionieren sie zwischen den Polen etwa folgende Rollen: Passive Consumer, Active Consumer, End-User, User, Power User, Local Developer, Domain Designer und Meta-Designer (vgl. Fischer, 2002). In der Interaktion mit einem digitalen Artefakt sind damit verschiedene Rollen des menschlichen Akteurs denkbar, wie etwa das aktive Anpassen des digitalen Artefakts an die eigenen Bedürfnisse, das Ergänzen weiterer Funktionalitäten oder das eigenständige Entwickeln digitaler Artefakte im Sinne des Designs eines HIS.

Interessant an dieser Stelle ist der Bezug zum Konzept des Meta-Designs von Fischer und Giaccardi (2006). Es beschreibt und fordert, dass digitale Artefakte so flexibel gestaltet werden, dass Nutzende aktiv Einfluss auf das Design des digitalen Artefakts nehmen (z.B. weiterentwickeln und anpassen) und andere Rollen als passive Nutzende einnehmen

können. Entwicklungs- und Nutzungszeit sollen dabei miteinander verschmelzen, sodass Nutzenden Rollen der aktiven Mitgestaltung von digitalen Artefakten ermöglicht werden. Eine solche Perspektive, Nutzende als Mitgestaltender von digitalen Artefakten zu verstehen, findet sich in ähnlicher Weise auch in anderen didaktischen Ansätzen wieder, beispielsweise im Ansatz zu Computational Empowerment (siehe Erläuterungen in Abschnitt 2.4), der auf die Idee von Co-Design aus dem Participatory Design Ansatz aufbaut. Ein entscheidender Unterschied zwischen Meta-Design und Participatory Design liegt jedoch darin, dass letzteres auf eine Beteiligung der Nutzenden am Designprozess abzielt wohingegen ersteres offene Systeme fokussiert, die weiterentwickelt und angepasst werden können und so eine Verschränkung von Design- und Nutzungszeit entsteht (siehe auch: Fischer & Giaccardi, 2006, S. 433f.). Diese Perspektiven beschreiben somit eine aktive Beteiligung des Nutzenden an der Gestaltung digitaler Artefakte.

Ähnlich zum vorherigen Consumer-Designer Kontinuum (vgl. Fischer & Giaccardi, 2006) arbeitete Knobelsdorf (2011) Typen von Interaktionsrollen und die Wahrnehmung der eigenen Rolle in Interaktionen mit Computern heraus. Diese reichen von Ausprobieren, Anwenden, Verändern bis hin zu Erzeugen (vgl. Knobelsdorf, 2011, S. 137ff.). Dies beschreibt ebenfalls Schritte zwischen passiven Nutzungsrollen und aktiven Entwicklungsrollen. Die Auswertung von Computernutzungsbiographien zeigte dabei auf, dass sich Studierende teilweise als Insider oder Outsider wahrnehmen, also jene, die interessiert an der Funktionsweise von digitalen Artefakten sind beziehungsweise die digitale Artefakte eher als Werkzeuge verstehen (vgl. Schulte & Knobelsdorf, 2007).

Hinsichtlich der Rolle des menschlichen Akteurs in Interaktionen mit digitalen Artefakten diskutieren Büching et al. (2012) verschiedene Typen von Interaktionsverläufen beziehungsweise -mustern, die sie als kooperierend, kontrollierend, kreativ und koexistent charakterisieren. Diese Muster beschreiben unterschiedliche Rollenverteilungen zwischen Mensch und digitalem Artefakt innerhalb der Interaktion. Dabei gehen sie darauf ein, welcher Akteur die Interaktion prägt und den Interaktionsverlauf bestimmt, was die Autoren als Agency bezeichnen (Büching et al., 2012). Eine kontrollierende Interaktion beschreibt etwa, dass das Individuum den Interaktionsverlauf allein zu steuern versucht, während bei einer kooperierenden Interaktion Mensch und digitales Artefakt als gleichberechtigte Akteure verstanden werden (vgl. Büching et al., 2012).

Die unterschiedlichen Rollen des Menschen im HIS betreffen ebenfalls die Interaktionen mit ddA. Im Alltag sind Schüler:innen oft Nutzende und weniger oft Entwickelnde von ddA. Wie Abschnitt 2.6 später zeigen wird, zeichnen sich dabei eher passive Rollen ab. Das Konzept Datenbewusstsein sollte daher diese unterschiedlichen Rollen berücksichtigen und entsprechend in den Zielsetzungen aufgreifen (siehe Kapitel 4.3.1).

2.3.2 Betrachtungslevel für Hybride Interaktionssysteme

Zusammengefasst lässt sich ein HIS also als ein System bestehend aus einem digitalen Artefakt, einem Menschen und der Interaktion zwischen diesen beiden Akteuren verstehen, wie zuvor ausgeführt wurde. In dieser Betrachtungsweise wird ein HIS meist aus einer individuellen Perspektive beschrieben und bezieht sich auf *ein* Individuum und *ein* digitales Artefakt⁶. Diese individuelle Betrachtungsebene wird als erstes HIS-Level be-

⁶An dieser Stelle sollte angemerkt werden, dass die Bezeichnung *eines* digitalen Artefakts irreführend sein kann, da ein digitales Artefakt in seiner abstrakten Definition, wie in dieser Arbeit verwendet, durch-

zeichnet (Schulte et al., 2018) und war auch zunächst der Fokus der Entwicklung des HIS-Rahmens (siehe: Schulte & Budde, 2018). Nichtsdestotrotz ist der HIS-Rahmen nicht darauf limitiert und ermöglicht weitere Betrachtungsebenen.

Das zweite Level bezieht sich auf ein „networked setting of humans and computational artifacts“ (Schulte et al., 2018, S. 59). Es werden also mehrere menschliche Akteure im Interaktionsverhältnis mit mehreren digitalen Artefakten betrachtet. Hierbei wird also auch das Wirken zwischen mehreren Menschen (z.B. in einer Peer Group) und das Zusammenwirken zwischen digitalen Artefakten in den Blick genommen. Dies ermöglicht es beispielsweise, Datenflüsse zwischen verschiedenen digitalen Artefakten zu untersuchen oder soziale Einflüsse auf ein Individuum (z.B. durch Freunde oder Familie) zu berücksichtigen, was insbesondere im Kontext persönlicher Daten und der Privatsphäre eine wichtige Rolle spielt (siehe dafür die Diskussion in Abschnitt 2.6.2).

Das letzte Abstraktions- und Betrachtungslevel bezieht sich auf die „interaction between society and technology“ (Schulte et al., 2018, S. 59). Auf dieser gesellschaftlichen Ebene werden Wirkungen zwischen Gesellschaft und Technik in einem allgemeineren Sinne betrachtet. Eine mögliche Fragestellung könnte sich etwa auf den Einfluss bestimmter Technologien auf gesellschaftliche Prozesse und Strukturen beziehen, beispielsweise im Hinblick auf Auswirkungen datengetriebener News Feeds auf politische Verhältnisse.

Die drei Ebenen bauen aufeinander auf und bieten unterschiedliche Perspektiven auf die Interaktion, die Rolle des Menschen und die Rolle der Technik (oder digitaler Artefakte). Aus didaktischer Perspektive ist insbesondere der Wechsel zwischen diesen Betrachtungsweisen interessant, wie etwa das Führen eines Diskurses über gesellschaftliche Fragestellungen (drittes Level) aufbauend auf den Erfahrungen aus der Betrachtung digitaler Artefakte auf den ersten beiden Ebenen (vgl. Schulte et al., 2018).

Parallelen zu diesen Betrachtungsebenen finden sich auch in den Arbeiten von Rahwan et al. (2019), die verschiedene Zusammensetzungen von Interaktionen zwischen Mensch und digitalen Systemen betrachten. Sie unterscheiden dabei ein „individual machine behaviour“, „collective machine behaviour“ und „hybrid human-machine behaviour“ (Rahwan et al., 2019, S. 481ff.). Bei dem HIS-Rahmen besteht stattdessen der Fokus auf der Interaktion zwischen Mensch und digitalem Artefakt und weniger zwischen digitalen Artefakten.

Die verschiedenen Ebenen lassen sich im Kontext von Datenbewusstsein auf die Interaktion mit ddA übertragen. Anknüpfend an die bildungsbezogenen Ziele fokussiert das Konzept zunächst die individuelle Perspektive der Interaktion, um eine Anknüpfung zu den alltäglichen Erfahrungen der Lernenden zu unterstützen. Darüber hinaus ist der Wechsel zwischen den Betrachtungsebenen relevant für das Verständnis von ddA und die Entwicklung von Handlungsfähigkeit. Ein Grund dafür ist, dass die Interaktion eines Individuums mit einem ddA Auswirkungen auf die Interaktionen anderer Personen mit demselben ddA haben kann. Diese Besonderheiten von ddA werden in Abschnitt 4.2 näher erläutert.

aus in verschiedene digitale Artefakte unterteilt werden kann (z.B. eine Software kann aus verschiedenen Komponenten zusammengesetzt werden, die etwa verschiedene Funktionalitäten ermöglichen). Dennoch wird in diesem Fall von einem digitalen Artefakt gesprochen, was vor allem von der jeweiligen Betrachtung abhängt.

2.3.3 Bildungstheoretisch abgeleitete Zielsetzungen

Der HIS-Rahmen umfasst eine spezifische Bildungsperspektive für den Informatikunterricht. Er greift unter anderem das Bildungsverständnis von Marotzki und Kolleg:innen auf, wie in Abschnitt 2.2.1 erläutert, das auch dieser Arbeit zugrunde liegt. Als zentraler Aspekt dieses relationalen Bildungsverständnisses wurde im HIS-Rahmen die Idee der Transformation von Selbst- und Weltsichten übernommen, die ebenfalls eine Verknüpfung zum Interaktionsbegriff herstellt. Für den HIS-Rahmen wird daher betont:

„in our model, learning is not conceptualised as learning facts and skills only, but as learning a point of view on the world. As a consequence, education/-Bildung is conceptualised as relational and that is the core idea we learn from Marotzki: education as interaction: By interacting with the world we transform the world (literally, and our view on the world), and at the same time our self is transformed, too.“ (Schulte & Budde, 2018, S. 2)

Für den HIS-Rahmen wird Bildung also als Interaktion mit der Welt (insb. mit digitalen Artefakten) verstanden und zielt auf Bildungsprozesse ab, die Transformationen von Selbst- und Weltsichten ermöglichen. In Anlehnung an die Operationalisierung von Tiefel (2005), wird der Transformationsgedanke um die dritte Dimension der Handlungsmuster oder -weisen ergänzt. Aufbauend darauf umfasst der HIS-Rahmen für Lehr-Lernsituationen verschiedene Zielbereiche beziehungsweise -ebenen, die sich an den Zielsetzungen der Transformation von Weltsicht, Selbstsicht und Handlungsmuster orientieren (vgl. Schulte & Budde, 2018). Die nachfolgenden Abschnitte geben eine kurze zusammenfassende Einordnung dieser Ziel- oder auch Reflexionsebenen.

Die erste Ebene widmet sich der Weltsicht, also der Wahrnehmung, Deutung und Reflexion der das Individuum umgebenden Welt, wie bereits im Abschnitt 2.2.1 beschrieben. Im Kontext des HIS-Rahmens bezieht sich dies auf das Interaktionssystem. Dabei geht es insbesondere um das Verstehen des digitalen Artefakts und das Wahrnehmen des Interaktionssystems (ähnlich zur zweiten Reflexionsebene in: Schulte, 2022, S. 48f.). Lehr-Lernsituationen könnten zum Beispiel verdeutlichen, dass digitale Artefakte von Menschen gestaltet wurden und grundsätzlich gestaltbar sind, sodass Schüler:innen erkennen, dass digitale Artefakte auch anders sein könnten und nicht als gegeben akzeptiert werden müssen (vgl. Schulte, 2022).

Die zweite Ebene bezieht sich auf die Selbstsicht. Wie im Abschnitt 2.2.1 beschrieben, bezieht sich die Selbstsicht eines Individuums auf die Wahrnehmung und Reflexion des eigenen Selbst. Im Kontext des HIS-Rahmens geht es dabei um das Wahrnehmen, Verstehen und Reflektieren der eigenen Rolle im Interaktionssystem mit einem digitalen Artefakt sowie um das Erkennen des gegenseitigen Wirkungsverhältnisses innerhalb solcher Interaktionssysteme (Teil der dritten Reflexionsebene in: Schulte, 2022, S. 50). Die Nutzung eines digitalen Artefakts umfasst in der Regel auch eine bewusste Beeinflussung (sonst würde es nicht benutzt werden), gleichzeitig wollen wir als Nutzende das System selbst beeinflussen (Schulte, 2022). Es geht also auch darum, dass Schüler:innen erkennen, welche Rolle sie in einem Interaktionssystem spielen und welche Rolle sie einnehmen wollen, was zu der dritten Reflexionsebene führt.

Die dritte Ebene betrifft die Dimension der Handlungsmuster, also das Wahrnehmen von Handlungsoptionen und Reflektieren der eigenen Handlungsweisen und Gewohnheiten (siehe Abschnitt 2.2.1). Im HIS-Rahmen bezieht sich dies in erster Linie auf die Interaktion

zwischen Mensch und digitalem Artefakt – insbesondere bezüglich der Interaktion im Sinne der Nutzung. Dies bedeutet also, sich mit den Interaktions- und Handlungsmöglichkeit in einer Interaktion mit einem digitalen Artefakt zu beschäftigen (siehe erste Reflexionsebene in: Schulte, 2022, S. 48). In Anlehnung an die unterschiedlichen Perspektiven in den zuvor diskutierten Consumer-Designer Kontinua (vgl. Fischer & Giaccardi, 2006) kann dies etwa die Reflexion über Interaktionsmöglichkeiten und situatives Entscheiden für aktives Anpassen und Gestalten von digitalen Artefakten hinsichtlich der eigenen Bedürfnisse umfassen. Die Extrema dieses Kontinuum könnten in diesem Sinne bedeuten, dass Handlungsoptionen von dem digitalen Artefakt durch dessen Features vorgeschrieben werden oder aber dass Anpassungen eines digitalen Artefakts (oder die Entwicklung eines eigenen Artefakts) vorgenommen werden, um eigene Handlungsoptionen zu gestalten und mehr Kontrolle darüber zu übernehmen.

Zusammenfassend bietet der HIS-Rahmen eine spezifische Perspektive für die Didaktik der Informatik beziehungsweise für Informatikunterricht. Zentral ist dabei die Betrachtung Hybrider Interaktionssysteme bestehend aus Mensch, digitalem Artefakt und der Interaktion zwischen diesen beiden. Ausgehend von dieser Betrachtungsweise sowie der bildungstheoretischen Positionierung des HIS-Rahmens, zeigt sich, wie Lernen über digitale Artefakte verstanden werden kann. Der theoretische Rahmen bildet eine der Grundlagen der vorliegenden Arbeit. Darauf aufbauend wird im weiteren Verlauf eine spezifische Charakterisierung der Interaktionssysteme mit ddA vorgenommen (siehe Abschnitt 4.2), dies mit den Zielen von Datenbewusstsein verknüpft und Implikationen für Lehr-Lernsituationen vorgenommen (siehe Abschnitt 4.4) und empirisch untersucht, um schließlich einen theoretischen Rahmen für Datenbewusstsein zu entwickeln. Das Konzept, das in der vorliegenden Arbeit entwickelt und untersucht wird, kann somit als eine spezielle Implementation des HIS-Rahmens verstanden werden.

2.4 Verwandter Didaktischer Rahmen: Computational Empowerment

Im internationalen Diskurs der Didaktik der Informatik finden sich zudem weitere Ansätze, die teilweise ähnliche Zielsetzungen verfolgen und Überschneidungen mit den zuvor diskutierten Perspektiven auf den Informatikunterricht aufweisen. Dazu zählt beispielsweise der Ansatz des Computational Empowerments, der in diesem Abschnitt näher betrachtet wird.

Der Ansatz des Computational Empowerment stammt insbesondere von Forschenden der Aarhus Universität in Dänemark, wie etwa Ole Sejer Iversen, Christian Dindler und Kolleg:innen (siehe z.B.: Dindler et al., 2020, 2022, 2023; Iversen et al., 2018; R. C. Smith et al., 2023). Er knüpft an Zielsetzungen der Förderung von Empowerment an (siehe etwa: Dindler et al., 2020; Iversen et al., 2018). Sie schlagen damit eine Erweiterung vorheriger Ansätze zu Computational Thinking vor, denen es nach Dindler et al. (2020) an kritischen und reflexiven Perspektiven auf die digitale Welt fehlt. Dabei betonen sie einen Mangel an Ansätzen, die das Verstehen und Entscheiden über Technologien sowie die Teilhabe an technologischen Entwicklungen zum Ziel haben (vgl. Dindler et al., 2020, S. 66). Computational Empowerment setzt daran an und zielt auf eine Befähigung von Schüler:innen ab,

„to make critical and informed decisions about the role of technology in their lives“ (Iversen et al., 2018, S. 1). Der Ansatz legt dabei neben dem Entwickeln digitaler Artefakte besonderen Wert auf das Verstehen von Technologien und deren Auswirkungen auf Individuum und Gesellschaft (vgl. Dindler et al., 2020; Iversen et al., 2018). In Anlehnung an die Ideen der gesellschaftlichen Teilhabe, Verantwortung und Kontrolle aus dem Konzept Empowerment sollen Schüler:innen mit Computational Empowerment befähigt werden, an technologischen Entwicklungen und Diskursen über digitale Technologien teilzuhaben (vgl. Dindler et al., 2020). Der Ansatz basiert auf einer Perspektive des Participatory Design (Iversen et al., 2018), die eine Einbindung aller Beteiligten (z.B. Nutzender) bei der Entwicklung digitaler Artefakte vorsieht, sodass Nutzende als Co-Designer an der Entwicklung von Technologien mitwirken können.

Ausgehend von diesen Zielen des Konzepts werden bei Computational Empowerment zwei Perspektiven für die Rolle von Schüler:innen gegenüber Technologien beschrieben. Dindler et al. (2020) unterscheiden zwischen Aktivitäten, in denen Schüler:innen Technologien für andere entwickeln (constructing oder coding), und jenen, in denen sie sich mit Technologien beschäftigen, die andere für sie entwickelt haben (deconstructing oder decoding). Ersteres bezieht sich also darauf, dass Schüler:innen die Rolle der Entwicklung digitaler Technologien annehmen, was auch umfasst, dass sie Technologien als gestaltbar wahrnehmen und entsprechende Fähigkeiten zum Entwickeln solcher Technologien erlernen (z.B. Programmierfähigkeiten). Letzteres bezieht sich hingegen auf das Analysieren und Reflektieren digitaler Technologien. Schüler:innen setzen sich also mit existierenden digitalen Technologien auseinander und untersuchen etwa, wie diese gestaltet sind und genutzt werden oder welche individuellen und gesellschaftlichen Implikationen diese haben. Dindler et al. (2020) erklären beide Perspektiven im Hinblick auf digitale Technologien als Teil von Computational Empowerment, die in Lehr-Lernsituationen ausbalanciert werden müssen. Es sollten also im Unterricht Aktivitäten integriert werden, in denen die Schüler:innen eigene digitale Artefakte entwickeln und bestehende digitale Artefakte analysieren und reflektieren. Dadurch soll Computational Empowerment dazu beitragen, dass Schüler:innen aktiv an technologischen Entwicklungen teilhaben können, und so eine Grundlage für „meaningful lives in a highly digitalised world“ (Dindler et al., 2020, S. 78) schaffen.

Bezogen auf die Perspektive des Explorierens und Analysierens von digitalen Artefakten und deren Einfluss auf Individuum und Gesellschaft, haben Dindler et al. (2020) ein unterrichtsmethodisches Modell vorgeschlagen (für detailliertere Erklärungen siehe auch: Dindler et al., 2023). Das Modell wird DORIT genannt, was für „Do your Own Research In Technology“ (Dindler et al., 2023, S. 4) steht. Es beschreibt sechs Bereiche zur Untersuchung von Technologien, die dabei helfen sollen, diese zu verstehen und deren Auswirkungen zu erfassen: Value, Use, Purpose, Construction, Argumentation und Consequence (vgl. Dindler et al., 2023). Sie beschreiben die Bereiche wie folgt: Der Aspekt Value bezieht sich darauf, welche Werte, Anschauungen und Interessen in der Technologie zum Ausdruck kommen und für wen sie primär gedacht ist. Mit Use wird untersucht, wie und in welchen Kontexten die Technologie tatsächlich genutzt wird. Purpose beschreibt, wofür die Technologie gedacht ist und welche Funktionen sie bereitstellt. Construction fokussiert sich auf den Aufbau von Hard- und Software, die die Funktionsweisen ermöglichen. Argumentation bezieht sich auf die Gründe, warum die Technologie genutzt oder gekauft werden soll. Zuletzt beschreibt der Aspekt Consequence die individuellen und gesellschaft-

lichen Auswirkungen der Technologie. Eine ausführlichere Erklärung dieser Bereiche mit jeweiligen Untersuchungsfragen ist bei Dindler et al. (2023) zu finden. Das Modell dient schließlich als Orientierung für das Analysieren und Reflektieren digitaler Technologien und stellt dafür entsprechende Leitfragen bereit (vgl. Dindler et al., 2023). Mit den unterschiedlichen Bereichen des Modells werden also verschiedene Perspektiven auf digitale Technologien beschrieben, die Schüler:innen beim Untersuchen digitaler Technologien einnehmen können. Wie Dindler et al. (2023) über ihre exemplarischen Interventionen beschreiben, müssen nicht immer alle Bereiche gleichmäßig berücksichtigt werden; stattdessen können in einzelnen Interventionen auch Schwerpunkte auf bestimmte Bereiche des Modells gelegt werden.

Zu den skizzierten Ideen von Computational Empowerment wurde ein Ansatz zur Operationalisierung in Form von Lernzielen beziehungsweise Kompetenzen entwickelt, der im Detail von Kaspersen, Graungaard et al. (2021) beschrieben wird. Dort wird unter anderem zwischen individuellen und gesellschaftlichen Perspektiven unterschieden. Auch wenn sich dies in erster Linie auf die Implikationen digitaler Technologien bezieht, lässt es sich insofern mit den verschiedenen Betrachtungsebenen des HIS-Rahmens in Verbindung bringen, als diese Implikationen auf den unterschiedlichen HIS-Level untersucht werden können. Die in dem Ansatz beschriebenen Rollen der Entwicklung sowie der Analyse und Reflexion digitaler Artefakte erinnern an das zuvor diskutierte Consumer-Designer-Kontinuum (vgl. Fischer & Giaccardi, 2006), wie es etwa im Rahmen der Betrachtung der Rolle des menschlichen Akteurs im HIS-Rahmen berücksichtigt wird. Insbesondere die Idee der Auseinandersetzung mit existierenden digitalen Artefakten und deren Analyse und Reflexion wird sich im Konzept Datenbewusstsein wiederfinden (siehe Abschnitt 4.3.4). Auch dort spielt ein Modell – konkret als Erklärmodell bezeichnet – eine zentrale Rolle. Dieses dient allerdings als Orientierung für Unterrichtsplanung sowie als Lerngegenstand und stellt konkrete Konzepte zur inhaltlichen Auseinandersetzung mit ddA bereit. Das für Computational Empowerment vorgestellte DORIT-Modell hingegen bietet allgemeinere Kategorien für Fragen über digitale Technologien, kann jedoch auch als Erklärmodell – in diesem Fall für Implikationen digitaler Technologien – verstanden werden (siehe Ansatz zu Erklärmodellen in Abschnitt 4.4.1).

2.5 Ansätze zum Lernen über Daten und Künstliche Intelligenz

In den letzten Jahren wurden unterschiedliche Ansätze vorgestellt und diskutiert, die einen Bezug zu Kenntnissen über Daten oder KI und Fähigkeiten im Umgang mit Daten oder dem Entwickeln von KI-Anwendungen haben. Häufig genannt werden in diesem Zusammenhang etwa Arbeiten zu verschiedenen Literacy-Konzepten, mit denen oft grundlegende Fähigkeiten beschrieben werden. Exemplarisch dafür stehen die Konzepte Digital Literacy, Information Literacy, Data Literacy oder AI Literacy. Diese Konzepte weisen Überschneidungen mit der Idee des Lernens über ddA im Sinne Datenbewusstseins auf. Zur Abgrenzung werden in diesem Abschnitt mehrere solcher Konzepte diskutiert.

Grundsätzlich lässt sich der Begriff *Literacy* nicht eindeutig ins Deutsche übersetzen, ist aber verwandt mit Ideen von Kompetenzen oder grundlegenden Fähigkeiten. So wird beispielsweise Data Literacy im deutschsprachigen Raum häufig als Datenkompetenz

2.5 ANSÄTZE ZUM LERNEN ÜBER DATEN UND KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

bezeichnet. In dieser Arbeit werden jedoch die englischsprachigen Begriffe verwendet, um die Zuordnung zum Diskurs zu bewahren und Literacy nicht per se mit Kompetenzen gleichzusetzen.

Die ursprüngliche Idee von Literacy bezog sich traditionell auf das Lesen und Schreiben, wodurch ein Individuum sich selbst ausdrücken kann. Inzwischen wird Literacy oft im Sinne von Grundfähigkeiten verstanden, die beispielsweise für die Teilhabe an einer Gesellschaft erforderlich sind. In diesem Sinne sind in den letzten Jahrzehnten verschiedene Konzepte entstanden, etwa relativ breite Konzepte wie Digital Literacy (z.B. Bawden, 2008) oder Information Literacy (z.B. Calzada Prado & Marzal, 2013; Schield, 2005). Stärker bezogen auf den Kontext von Daten und datengetriebenen Systemen (z.B. im Hinblick auf KI- oder ML-Systeme) werden darüber hinaus Konzepte wie Data Literacy, Statistical Literacy, Algorithm Literacy, Privacy Literacy und AI Literacy sowie weitere Ideen wie Ethical Literacy oder Critical Literacy diskutiert. Zum einen zeigt sich dabei schnell, dass es eine unübersichtliche Vielzahl an unterschiedlichen Literacies entstanden ist – für einige der genannten Literacies existieren teilweise zudem zahlreiche Teilformen. Zum anderen wird deutlich, dass ein Lernen über Daten und ddA im Sinne des Ziels der Teilhabe an einer digitalen Gesellschaft eine Bandbreite verschiedener Ideen erfordert und nicht nur mit einem einzelnen Literacy-Konzept abgedeckt werden kann. Die Vielfalt und Komplexität verdeutlicht, wie herausfordernd die Teilhabe an einer digitalen Welt ist oder, wie Hosman und Pérez Comisso (2020) es beschreibt, was in einer digitalen Gesellschaft notwendig ist. In diesem Zusammenhang wird zunehmend von Multiliteracies gesprochen, um auf diesen Umstand hinzuweisen, dass unterschiedliche Literacies notwendig sind (siehe z.B.: Mertala, 2021; Palsa & Mertala, 2022; The New London Group, 1996).

In diesem Abschnitt wird ein Überblick über mehrere Literacy-Konzepte gegeben, die eine Nähe zum Konzept Datenbewusstsein aufweisen. Konkret werden Data Literacies, AI Literacy und Data Agency (als eine Erweiterung von Data Literacy) diskutiert. Neben dem Zweck der Abgrenzung soll mit dem Überblick zudem das dieser Arbeit zugrunde liegende Verständnis der drei Konzepte transparent gemacht werden, da diese nicht einheitlich beschrieben und nicht trennscharf verwendet werden. Des Weiteren ist anzumerken, dass die Begriffe Literacy und Education im Zusammenhang mit diesen Konzepten nicht einheitlich verwendet und differenziert werden. So werden manche Ansätze etwa als Ideen für AI Education beschrieben, obwohl sie ebenso zum Konzept AI Literacy zugeordnet werden könnten. Teilweise finden sich jedoch auch explizite Abgrenzungen, beispielsweise zwischen AI Literacy und AI Education (siehe z.B.: Grover, 2024).

Data Literacies

Das Konzept Data Literacy fokussiert sich auf Daten und den Umgang mit Daten. Inzwischen existieren einige Teilformen, wie später skizziert wird – unter anderem aufgrund unterschiedlicher Perspektiven, beispielsweise aus der Informatik, der Mathematik, der Medienbildung oder den Geisteswissenschaften. Folglich wird zunehmend von Data Literacies gesprochen, sodass auch in dieser Arbeit dieser Begriff verwendet wird.

Data Literacies beziehen sich in der Regel auf Fähigkeiten und Fertigkeiten, Daten zu verstehen, mit ihnen umzugehen, mit verschiedenen Repräsentationsformen von Daten zu arbeiten sowie über und mithilfe von Daten zu kommunizieren und zu argumentieren (siehe z.B.: Calzada Prado & Marzal, 2013; Gebre, 2022; Ridsdale et al., 2015; Wolff et

al., 2016). Das bedeutet, es geht in erster Linie um das Verständnis von und den Umgang mit Daten. Beispielsweise kann dies beinhalten, dass Daten gesammelt, verschiedene Operationen (z.B. Filtern, Selektieren, Aggregieren) darauf angewendet, Visualisierungen erzeugt und mithilfe dieser Argumente zu einer Frage- oder Problemstellung entwickelt werden. Solche Schritte orientieren sich etwa an entsprechenden Workflows und Prozessmodellen (siehe z.B.: Shearer, 2000; Wild & Pfannkuch, 1999) (siehe auch den Vergleich in: Höper et al., 2021). In einem Literaturreview hat Gebre (2022) verschiedene Kategorien für Perspektiven auf Data Literacies beschrieben, was die Breite dieses Konzepts verdeutlicht. Die zuvor skizzierte Vorstellung von Data Literacies lässt sich den Ideen des „developing competency or technical skills“ und „fostering data-driven inquiry“ zuordnen. Im Zentrum steht dabei das kompetente Arbeiten mit Daten und deren Analyse im Hinblick auf bestimmte Untersuchungsfragen. Diese Perspektiven auf Data Literacies werden durch zwei weitere ergänzt, die eher seltener aufgegriffen werden: „civic engagement“ und „personal data awareness“ (Gebre, 2022). Diese umfassen beispielsweise Ansätze, die sich mit Fragen zu Big Data und Datafizierung beschäftigen und kritische Bewertungen von Datenpraktiken adressieren (z.B.: Bilstrup et al., 2022; D’Ignazio & Bhargava, 2015; Sander, 2020) beziehungsweise solche, die sich – ähnlich wie das Konzept Datenbewusstsein – mit der Rolle persönlicher Daten beschäftigen, wie etwa die Arbeiten zu Personal Data Literacies (z.B. Pangrazio & Sefton-Green, 2020; Pangrazio & Selwyn, 2019a).

Für das beschriebene typische Verständnis von Data Literacies wurden in den letzten Jahren konkrete Inhalte und Kompetenzen diskutiert (z.B.: Calzada Prado & Marzal, 2013; Ridsdale et al., 2015) sowie Ansätze und Workshops vorgestellt. Wie bereits erwähnt, orientieren sich solche Interventionen häufig an Prozessen oder Workflows zum Arbeiten beziehungsweise Analysieren von Daten – etwa mit Schritten wie dem Erheben, Aufbereiten und Analysieren von Daten sowie dem Ziehen von Schlussfolgerungen in Bezug auf vorher formulierte Fragestellungen. Nachfolgend werden Beispiele für solche Interventionen skizziert.

In einem Workshop von Wolff et al. (2019) bekamen Schüler:innen Daten zu einem Smart City Projekt und analysierten diese anhand vorgegebener und selbst gewählter Fragen. Beispielsweise untersuchten Schüler:innen Fragen zum Thema Solarenergie, etwa hinsichtlich der Bewertung, ob Häuser für die Produktion von Solarenergie geeignet sind. Anschließend erhoben oder recherchierten die Schüler:innen auch eigenständig Daten zu weiteren Themen. Die Datenanalyse in diesem Workshop war mit einem strukturierten Vorgehen organisiert.

Ein ähnliches Beispiel stellen die Workshops von Gebre (2018), die im Rahmen eines Biologieunterrichts stattfanden. Schüler:innen wählten ein Thema, das sie näher untersuchen wollten, wie beispielsweise die Korallenbleiche. Sie untersuchten ihre Fragestellung, indem sie relevante Daten recherchierten, analysierten und Visualisierungen erstellten, die sie anschließend in ihren Lerngruppen präsentierten. Diese datenbasierte Untersuchung von Fragestellungen wurden durch einen vorgegebenen Workflow strukturiert.

Die Intervention von Bilstrup et al. (2022) unterscheiden sich etwas von den zuvor genannten Beispielen, da sie stärker auf den persönlichen Bezug zu Daten abzielt. In ihrem Workshop erhoben sie mithilfe eines Quiz Daten über die Schüler:innen, die anschließend gemeinsam analysiert wurden. Dabei wurden ebenfalls Themen zu ML integriert, indem die Quiz-Daten mithilfe des k-Nearest Neighbor Verfahrens aggregiert wurden, um daraus Erkenntnisse über die Schüler:innen zu gewinnen. Zudem reflektierten und bewerteten die

Schüler:innen das Teilen ihrer persönlichen Daten im Rahmen des Quiz.

Mit einem ähnlichen Bezug zu persönlichen Daten, haben Pangrazio und Selwyn (2020) Workshops entwickelt. Zu Demonstrationszwecken entwickelten sie ein didaktisches Tool, mit dem exemplarisch persönliche Daten der Schüler:innen erhoben und betrachtet werden können (siehe auch: Selwyn & Pangrazio, 2018). Dadurch sollten den Schüler:innen Aspekte von Tracking und teilweise Profiling aufgezeigt werden. Anschließend hinterfragten und diskutierten die Schüler:innen solche Praktiken im Kontext sozialer Medien.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass es bei Data Literacies in der Regel darum geht, dass Schüler:innen lernen mit Daten umzugehen – etwa wie sie Daten erheben und analysieren können, um Fragen zu untersuchen und datenbasierte Antworten und Argumente zu entwickeln. Solche Interventionen werden teilweise durch weitere Perspektiven ergänzt, wie etwa das kritische Hinterfragen von Datenpraktiken oder das Diskutieren von gesellschaftlicher Auswirkungen. Dabei werden insgesamt unterschiedliche Daten betrachtet, wie etwa solche zu natürlichen und gesellschaftlichen Phänomene, zu spezifischen Objekten und Gegenständen oder auch zu einzelnen Personen.

AI Literacies

Bezogen auf Themen der KI wurden in den letzten Jahren zahlreiche Ideen und Ansätze beschrieben, die sich dem Konzept der AI Literacy widmen. Ähnlich wie bei Data Literacies zeichnen sich auch hier verschiedene Perspektiven ab, sodass im Sinne der Konsistenz in dieser Arbeit ebenfalls der Begriff *AI Literacies* verwendet wird.

Allgemein geht es bei AI Literacies primär um das Verstehen von KI und entsprechenden KI-Anwendungen sowie um Fähigkeiten eigene KI-Anwendungen zu gestalten und zu entwickeln (siehe: Casal-Otero et al., 2023; Touretzky et al., 2019). Nach einer häufig zitierten Definition für AI Literacy geht es bei diesem Konzept konkret um Kompetenzen „that enable[] individuals to critically evaluate AI technologies; communicate and collaborate effectively with AI; and use AI as a tool online, at home, and in the workplace“ (Long & Magerko, 2020, S. 598). Demnach verfolgt das Konzept das Ziel zu vermitteln, was KI ist, wie KI-Technologien funktionieren, wie deren Auswirkungen bewertet und wie KI-Anwendungen verwendet werden können (siehe auch: Casal-Otero et al., 2023). Dies kann beispielsweise umfassen, dass Schüler:innen befähigt werden sollen, KI-Anwendungen als solche zu erkennen, KI-Anwendungen zum Lösen von Problemen einzusetzen oder auch eigene kleinere KI-Anwendungen zu entwickeln (Casal-Otero et al., 2023; Long & Magerko, 2020). Eine weitere Charakterisierung von AI Literacies umfasst Aspekte wie Wissen und Verständnis von KI, die Nutzung und Anwendungen von KI, das Bewerten und Erstellen von KI-Anwendungen sowie ethische Betrachtungsweisen (Ng et al., 2021). Als Leitideen für den Unterricht über KI – häufig auch im Kontext von AI Literacies verwendet – haben Touretzky et al. (2019) die fünf „Big Ideas of AI“ vorgestellt: (1) Computers perceive the world using sensors, (2) Agents maintain models/representations of the world and use them for reasoning, (3) Computers can learn from data, (4) Making agents interact comfortably with humans is a substantial challenge for AI developers, and (5) AI applications can impact society in both positive and negative ways. Im Sinne dieser verschiedenen Charakterisierungen von AI Literacies umfasst dieses Konzept insbesondere die Befähigung, KI-Technologien auf einem grundlegenden Niveau zu verstehen, eigene KI-Anwendungen zu entwickeln sowie bestehende KI-Anwendungen zu bewerten.

Auch wenn sich AI Literacies in ihrer Konzeptionalisierung in der Regel auf das breite Feld der KI beziehen, wurde in den letzten Jahren primär ein Fokus auf den Teilbereich ML gelegt (vgl. Casal-Otero et al., 2023). Unabhängig von der zuvor genannten Diskussion über mögliche Trennungen von AI Literacies und AI Education, gibt es in der Literatur kein einheitlichen Umgang damit, ob vorgestellte Unterrichtsansätze als Teil von AI Literacies zu verstehen sind oder nicht – was nicht zuletzt an der Neuartigkeit und der rasanten Entwicklung dieses Feldes liegt. Aus diesem Grund können viele Interventionen und Ansätze zum Unterrichten über ML auch als Beiträge zum Konzept der AI Literacies interpretiert werden. In diesem Abschnitt wird daher bewusst auf eine analytische Trennung solcher Ansätze verzichtet, da diese den Rahmen sprengen würde. Stattdessen wird hier von einem fließenden Übergang zwischen AI Literacies und AI/ML Education im schulischen Kontext ausgegangen.

Bezogen auf Unterrichtsansätze zu KI und ML werden an dieser Stelle zunächst zwei Literaturreviews herangezogen, die Materialien und Ansätze charakterisieren. Zunächst haben Casal-Otero et al. (2023) vier Kategorien für solchen Interventionen herausgearbeitet, die sich primär damit beschäftigen, dass Schüler:innen (1) KI-Technologien erkennen, (2) grundlegende Inhalte zu KI/ML verstehen, (3) eigene KI-Anwendungen entwickeln (oft mithilfe didaktisch aufbereiteter Tools) und (4) KI-Technologien kritisch bewerten können. Viele Ansätze und Materialien fokussieren sich insbesondere auf die zweite und dritte Kategorie, sodass Schüler:innen primär grundlegende Ideen zu ML lernen und mithilfe didaktisch aufbereiteter Tools eigene ML-Modelle trainieren und darauf basierende Anwendungen entwickeln (z.B. Druga & Ko, 2021; Hitron et al., 2019; I. Lee et al., 2021; Mariescu-Istodor & Jormanainen, 2019; Williams et al., 2019; W. Yang, 2022; Zimmermann-Niefield et al., 2019).

Teilweise ähnlich haben Rizvi et al. (2023) Unterrichtsansätze und -materialien für Schulen analysiert, wobei sie das SEAME Framework als Grundlage verwendeten (siehe: Sentance & Waite, 2022). Sie haben die betrachtete Literatur in vier Kategorien eingeordnet: (1) Engines, (2) Models, (3) Applications, (4) Social and Ethical Considerations (Rizvi et al., 2023). Mit Engines wird hier auf die Thematisierung algorithmischer Funktionalitäten eingegangen, Models bezieht sich auf die Betrachtung von ML-Modellen, Applications stellt einen Bezug zu entsprechenden ML-Anwendungen her und unter Social and Ethical Considerations werden die Implikationen solcher Anwendungen in den Blick genommen (vgl. Sentance & Waite, 2022). In der analysierten Literatur wurden insbesondere die Modell- und Anwendungsebene am häufigsten aufgegriffen. Demnach geht es häufig darum, dass Schüler:innen konzeptionelle Inhalte zu ML-Modellen sowie deren Umsetzungen in Anwendungen verstehen, wobei Letzteres auch das Entwickeln eigener ML-Anwendungen umfasst.

Nachfolgend werden exemplarisch einzelne Interventionen und Materialien skizziert, um zu veranschaulichen wie Ansätze zu AI Literacies in der Praxis umgesetzt werden können. In den Workshops von Zimmermann-Niefield et al. (2019) trainieren Schüler:innen ein ML-Modell basierend auf körperlichen Bewegungen, die von einer Kamera aufgenommen werden, um ihre Athletikbewegungen zu klassifizieren. Ähnlich entwickeln die Schüler:innen in dem Workshop von Druga und Ko (2021) eigene einfache ML-Anwendungen. Dafür trainieren und testen sie ML-Modelle für Text-, Bild- oder Spracherkennung, die anschließend in eigenen Programmen eingebettet werden. Hitron et al. (2019) haben ein Tool zum Labeln von Daten und Evaluieren von entsprechenden ML-Modellen entwickelt,

2.5 ANSÄTZE ZUM LERNEN ÜBER DATEN UND KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

mit dem Schüler:innen mithilfe von Gesten eigene ML-Modelle trainieren und testen.

Zusammenfassend geht es in Interventionen und Materialien für AI Literacies häufig um Inhalte zu ML Konzepten und um Workflows zum Entwickeln eigener Anwendungen, wobei teilweise auch eine Bewertung von KI-Technologien einbezogen wird. Interessant hervorzuheben ist dabei, dass in vielen dieser Ansätze Tools eingesetzt werden, die einen einfachen Zugang zum Trainieren und Testen von ML-Modellen beziehungsweise Entwickeln von ML-Anwendungen ermöglichen – ähnlich zu dem Prinzip der „low floors, high ceiling, and wide walls“ (Resnick & Silverman, 2005). Das Entwickeln von ML-Anwendungen im schulischen Kontext findet also häufig nicht auf Ebene der Quelltexte statt, sodass bereits ohne oder mit nur geringen Programmiervorkenntnissen eigene, nutzbare Anwendungen entwickelt werden können.

Data Agency

Ein weiterer Ansatz, der an Ideen zum Lernen über Daten und KI anknüpft, ist das bislang weniger umfassend diskutierte Konzept der Data Agency. Da es als Erweiterung von Data Literacy vorgeschlagen wurde und Verknüpfungen zu KI-Themen herstellt, wird es nachfolgend ergänzend in den Blick genommen. Die meiste Literatur zu Data Agency im Kontext der schulischen Informatikdidaktik stammt aus einer Forschungsgruppe um Matti Tedre und Kolleg:innen aus Finnland. Die nachfolgende Diskussion fokussiert deren Arbeiten, wobei darauf hinzuweisen ist, dass eine Debatte um Agency und Daten auch in anderen Kontexten stattfindet (siehe z.B.: Ajmani et al., 2024; Kennedy et al., 2015).

Nach Tedre et al. bezieht sich Data Agency auf „people’s volition, skills, attitudes, and capacity for informed actions that make a difference in their digital world“ (Tedre et al., 2020, S. 1). Dabei soll es die Ideen von Data Literacies um die Perspektive der Agency erweitern, indem nicht nur ein Verständnis von Daten angestrebt wird, sondern gezielt auch aktives Handeln im digitalen Raum in den Fokus rückt. Ein übergeordnetes Ziel von Data Agency besteht somit darin, Lernende zu befähigen, aktive Rollen als „makers and producers in the digital world“ (Tedre et al., 2020, S. 3) einzunehmen. So formulieren Tedre et al. (2020) für Data Agency folgende Zielsetzung:

„It fosters active participation in a world of information flows, reflexive and critical attitude towards digital being, ownership and control of one’s own data, informed ethical and moral decision-making, as well as creating and shaping digital worlds.“ (S. 3)

Diese Betrachtungsweise zu Daten verknüpfen die Autoren insbesondere mit den technologischen Entwicklungen im Bereich datengetriebener Methoden des ML, die bei der Verarbeitung großer Mengen von Trackingdaten unterstützen. Das Konzept wird somit mit dem Unterrichten über ML verknüpft und zielt unter anderem darauf ab, Schüler:innen zu befähigen, ML-Modelle zu verstehen und eigene ML-Anwendungen zu entwickeln (vgl. Tedre et al., 2020; Vartiainen et al., 2021a).

Für die Umsetzung des Konzepts in schulischen Interventionen greifen Tedre und Kolleg:innen die Idee von Papert’s Constructionism auf, also eine designorientierte Didaktik (Vartiainen et al., 2020a, 2020b). Dazu setzen sie einen Co-Design Ansatz um, bei dem Schüler:innen, Lehrkräfte und Forschende im Bereich der Informatik zusammenarbeiten.

Nach Vartiainen et al. (2021a) entwickelten die Schüler:innen in dieser Zusammenarbeit schrittweise eigene ML-Anwendungen, wobei sie im Wesentlichen ML-Modelle mithilfe geeigneter Tools trainierten und ein Design für die Anwendung entwarfen. Die Forschenden übernahmen hingegen hauptsächlich die Implementierung der Anwendung als eine Web-App. In den Workshops geht es also primär darum, dass die Schüler:innen lernen, ML-Anwendungen zu entwickeln und zu evaluieren. Dies soll letztlich dazu beitragen, dass sie alltägliche ML-Anwendungen und datengetriebene Praktiken besser verstehen und eigene ML-Anwendungen gestalten können (Tedre et al., 2020; Vartiainen et al., 2020a).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die unterschiedlichen Konzepte – Data Literacies, AI Literacies und Data Agency – verschiedene Perspektiven auf das Lehren und Lernen über Daten und KI adressieren, auch wenn zwischen ihnen Überschneidungen existieren. Grob zusammengefasst liegen die Schwerpunkte bei Data Literacies auf dem Verständnis und den Umgang mit Daten, bei AI Literacies auf dem Verständnis von KI-Technologien und der Gestaltung eigener KI-Anwendungen und bei Data Agency auf dem Verständnis datengetriebener Praktiken und der Gestaltung eigener ML-Anwendungen. Anknüpfend an das zuvor diskutierte Consumer-Designer-Kontinuum (vgl. Fischer & Giaccardi, 2006) und die beiden Perspektiven bei Computational Empowerment (vgl. Dindler et al., 2020) wird bei den drei Konzepten häufig eine Designer- und Makerperspektive eingenommen, aus der heraus Schüler:innen mit Daten umgehen und ML-Anwendungen gestalten sollen. Ziele, die sich auf das Verstehen und Reflektieren bestehender Datenpraktiken und KI-Technologien beziehen, werden zwar in den Konzepten thematisiert, stehen jedoch in Interventionen eher seltener im Mittelpunkt.

2.6 Erfassung von Schüler:innenperspektiven

Verschiedene Studien innerhalb und außerhalb der informatikdidaktischen Forschung liefern Erkenntnisse über die Rollen von Schüler:innen gegenüber ddA und Daten sowie ihre Perspektiven darauf. Diese dienen als Grundlage für die vorliegende Arbeit. In diesem Abschnitt werden vier Themenbereiche als Struktur für die Diskussion der Studienlage diskutiert, die nachfolgend zur Übersicht kurz zusammengefasst werden.

1. **Bewusstsein von und Verständnis über Datenpraktiken:** Im Abschnitt 2.6.1 werden Studien diskutiert, die aufzeigen, dass sich viele Schüler:innen nicht darüber bewusst sind, wo, wie und zu welchem Zweck Daten über sie erhoben und verarbeitet werden – sie also nur ein geringes Verständnis für diese Datenpraktiken haben.
2. **Haltungen zu Datenpraktiken und Privatsphäre:** Im Abschnitt 2.6.2 werden Studienergebnisse berichtet, die zeigen, dass vielen Personen (u.a. auch Schüler:innen) ihre Privatsphäre wichtig ist und sie sich darum sorgen, insbesondere im Hinblick auf die Datenpraktiken in ihrem Alltag. Dieser Wunsch nach Privatsphäre spiegelt sich jedoch nicht immer im tatsächlichen Verhalten bei der Nutzung digitaler Anwendungen wider.
3. **Wahrgenommene Handlungsunfähigkeit und Resignation:** Im Abschnitt 2.6.3 werden Forschungsergebnisse diskutiert, die berichten, dass sich viele Personen gegenüber den Datenpraktiken und der Rolle von Daten in digitalen Anwendungen

machtlos oder hilflos fühlen sowie ein Gefühl der Handlungsunfähigkeit und eine Resignation entwickeln.

4. Rückbezug des Lernens über Daten und ddA in alltägliche Situationen:

Es stellt sich die Frage, inwiefern ein Lernen über Daten und ddA tatsächlich in alltäglichen Situationen unterstützt. Im Abschnitt 2.6.4 werden Studien diskutiert, die darauf hinweisen, dass es für Schüler:innen mitunter eine Hürde darstellt, gelernte Konzepte aus Lehr-Lernsituationen mit ihrem Alltag zu verknüpfen und in alltäglichen Situationen anzuwenden.

Die Forschung und die Studienergebnisse zu diesen Themenbereichen werden in den nachfolgenden Abschnitten 2.6.1 bis 2.6.4 diskutiert und im Hinblick auf die eingangs skizzierten Ideen zum Konzept Datenbewusstsein interpretiert. Dabei werden entsprechende Schlussfolgerungen und Anforderungen für das Konzept Datenbewusstsein aufgezeigt, die in die spätere Konzeptentwicklung einfließen (siehe Kapitel 4). Innerhalb der Informatikdidaktik werden Fragen zu diesen vier Themenbereichen bislang tendenziell seltener untersucht, sodass auch Literatur aus anderen Disziplinen und Forschungsbereichen einbezogen wird. Zum Beispiel werden Arbeiten aus Bereichen wie Human-Computer Interaction, Human Factors in Computing, Information Science, Law Research, Social Science und Humanities aufgegriffen.

2.6.1 Bewusstsein von und Verständnis über Datenpraktiken

Schüler:innen sind in ihrem Alltag häufig Nutzende von ddA und dabei Subjekt von Datenerhebungen und -verarbeitungen. In verschiedenen Disziplinen wird untersucht, inwiefern sich Nutzende alltäglicher digitaler (und oft datengetriebener) Anwendungen der Rolle von Daten und Datenpraktiken bewusst sind und diese verstehen – unter anderen auch Schüler:innen. So werden in diesem Abschnitt Studien diskutiert, die untersucht haben, ob Nutzende (insb. im Schulalter) ein Bewusstsein oder Verständnis für die Rolle von Daten in ddA haben. Für die Diskussion der Literatur wird der Ansatz aus dem Artikel von Höper und Schulte (2024a) adaptiert.⁷ Dort wurde Literatur analysiert und zu Übersicht im Hinblick auf die berichteten Ergebnisse entlang zweier Kontinua angeordnet: „awareness and understanding of (a) data collection and (b) data processing in ddA“ (Höper & Schulte, 2024a, S. 493). Die erste Dimension bezieht sich auf das Bewusstsein und Verständnis für die Erhebung und Generierung von (persönlichen) Daten. Die zweite Dimension fokussiert was mit erhobenen Daten geschieht, wie und wozu diese also verarbeitet und verwendet werden. Die beiden Dimensionen greifen bereits wesentliche Aspekte aus dem Konzept Datenbewusstsein vor, wie sie in Abschnitt 4.2.2 detailliert vorgestellt werden, und werden für diese Analyse des Stands der Forschung genutzt. Die nachfolgend diskutierte Literatur wird – sofern möglich – in Abbildung 2.3 entlang der Kontinua beider Dimensionen zwischen „Kein Bewusstsein/Verständnis“ und „Hohes Bewusstsein/Verständnis“ eingeordnet, um einen aggregierten Überblick über den Stand der Forschung zu ermöglichen.

⁷Die Literaturdiskussion in diesem Abschnitt basiert auf der Analyse in Höper und Schulte (2024a) und weist daher Überschneidungen in der Literatúrauswahl auf. Für die vorliegende Arbeit wurde diese jedoch deutlich erweitert.

In einer Studie mit Schüler:innen zu Daten und ML fanden Tedre et al. (2020), dass die meisten Teilnehmenden zuvor wenig über Datenpraktiken und ML-Technologien in ihrem Alltag nachgedacht und nur ein geringes Verständnis davon hatten, wie Daten erhoben und verwendet werden. Mit einem ähnlichen Bezug zu persönlichen Daten haben Pangrazio und Selwyn (2018, 2020) Workshops mit Schüler:innen durchgeführt und sie zu ihren Vorstellungen über Daten befragt. Sie beobachteten, dass die Schüler:innen wenig konkretes Verständnis über die Datenerhebung im exemplarischen Kontext sozialer Medien hatten, teilweise wussten sich nicht einmal etwas mit dem Begriff der persönlichen Daten anzufangen. Viele konnten nicht einschätzen, welche Konsequenzen die Datenerhebung haben könnte und wozu die Daten genutzt werden.

Zum Konzept der Daten und inwiefern diese im Alltag wahrgenommen werden, haben Bowler et al. (2017) ebenfalls Schüler:innen in Interviews befragt. Sie beobachteten auch, dass viele Schüler:innen Daten mit dem Kontext von wissenschaftlichen und statistischen Werten in Verbindung brachten und nur wenige einen Bezug zu digitalen Systemen und Kontexten wie etwa Big Data herstellten. Auch wenn einige Teilnehmenden eine Vorstellung davon hatten, wo Daten erzeugt werden könnten, waren sich die meisten unsicher, was anschließend mit diesen Daten geschieht. Insbesondere von der Verarbeitung und Nutzung der Daten, die in ihrer alltäglichen Nutzung von digitalen Anwendungen entstehen, zeigten sie wenig Verständnis.

Goray und Schoenebeck (2022) haben in Interviews mit Jugendlichen ihre Vorstellungen von Datenerhebungen und Profiling im Kontext sozialer Medien untersucht. Einige Teilnehmende wussten, dass soziale Medien Daten über sie erheben und konnten Beispiele nennen, etwa Daten zu ihren Account-Informationen, ihren Likes oder auch ihrer Suchhistorie. Insgesamt äußerten jedoch etwa zwei Drittel der Jugendlichen ihre Unsicherheit darüber, welche Daten konkret erhoben werden und wie dies funktioniert.

Mit einem stärkerem Fokus auf Haltungen und Vorstellungen zur Privatsphäre bezogen auf Datenpraktiken in kommerziellen Online-Anwendungen führte Keen (2020) unter anderem Interviews mit Jugendlichen durch. Sie beobachtete, dass einige der Teilnehmenden wussten, dass Daten in Online-Anwendungen (z.B. sozialen Netzwerken) eine Rolle spielen. Als Beispiele wurden etwa die persönlichen Informationen bei der Registrierung genannt. Vorstellungen darüber, was mit den erhobenen Daten geschieht oder welche Auswirkungen deren Verarbeitung haben könnte, hatten die meisten jedoch nicht. Die Studie deutet somit insbesondere an, dass die Schüler:innen wenig Verständnis von der Datenverarbeitung und den zugrunde liegenden Zwecken haben. Ebenfalls bezogen auf Privatsphäre und dem Verständnis von Datenerhebungen bei Online-Plattformen haben Dowthwaite et al. (2020) eine Studie zu Workshops mit Schüler:innen vorgestellt. Darin zeigte sich, dass die Schüler:innen meist nur wenig Verständnis davon hatten, welche Daten über sie bei Online-Plattformen erhoben werden, und konnten nur vereinzelt konkrete Beispiele für solche Daten nennen. Die Workshops beinhalteten auch Aktivitäten und Diskussionen über Datenpraktiken bei Online-Plattformen, bei denen viele Schüler:innen überrascht waren, wie viele und welche konkreten Daten über sie erhoben werden. Darüber hinaus äußerten sie sich besorgt über die Datenerhebung in ihrem Alltag, wobei sie teilweise hinsichtlich der technischen Notwendigkeit differenziert haben, bei denen sie sich weniger besorgt zeigten.

In einer Studie mit Jugendlichen, die bereits Erfahrungen und eine gewisse Affinität zum Programmieren hatten, versuchten Pybus et al. (2015) sie zu befähigen, sich mit

ihren eigenen Daten auseinanderzusetzen und mehr Kontrolle darüber zu gewinnen. Die Teilnehmenden wussten oft, dass in ihrem Alltag Daten über sie erhoben werden, auch wenn die Studie offen lässt, wie konkret ihr Verständnis davon tatsächlich war. Unklar war vielen jedoch offenbar, was mit diesen Daten passiert und was das für sie bedeutet. Diese Studie deutet somit darauf hin, dass selbst Schüler:innen, die eine Affinität zu der Funktionsweise digitaler Systeme haben, Schwierigkeiten damit haben, zu verstehen, was mit den über sie erhobenen Daten geschieht.

Eine Interviewstudie mit Kindern im Alter von 4 bis 10 Jahren untersuchte deren Vorstellungen zur Datenverarbeitung, zum Behavioral Tracking und zu Risiken für ihre Privatsphäre (Sun et al., 2021). Die Ergebnisse zeigten unter anderem, dass die Kinder nur wenig Verständnis der Erhebung und Verarbeitung von Daten über sich hatten. Daten wurde von den Teilnehmenden überwiegend als lokal gespeicherte Inhalte verstanden, wie etwa Fotos oder Spielstände. Die Verwendung solcher Daten stellten sie sich meist nur auf einer rein interpersonellen Ebene vor, etwa in dem Sinne, dass andere Personen ihre „Daten“ anschauen könnten. Implikationen durch Datenerhebungen und -verarbeitungen waren ihnen nicht bewusst. Nach dieser Studie ist ein Verständnis von der Rolle von Daten in alltäglichen Anwendungen in diesem Alter tendenziell nicht zu erwarten.

Zum Thema Datafizierung in sozialen Medien führten Wang et al. (2023) eine Studie mit Kindern und Jugendlichen (7-14 Jahre) durch. Die meisten der Teilnehmenden hatten bereits in familiären oder schulischen Kontexten etwas über dieses Thema gelernt. Sie fanden, dass einige Schüler:innen bereits wussten, dass Daten über sie erhoben werden (z.B. was sie auf der Plattform machen), sie hatten aber weniger Verständnis von den Details, wie die Daten konkret erhoben werden und wie daraus weitere persönliche Daten abgeleitet werden können (sog. *inferred data*). In den Ergebnissen wurde deutlich, dass ältere Schüler:innen in der Regel ein größeres Verständnis diesbezüglich hatten als jüngere. Bezogen auf das in der Studie verwendete Beispiel einer Streamingplattform erkannten einige Teilnehmende den Zusammenhang zwischen den erhobenen Daten und den angezeigten Empfehlungen oder Werbeinhalten. Demnach können auch jüngere Schüler:innen Aspekte der Datenpraktiken verstehen, auch wenn die Verarbeitung der Daten für sie schwieriger verständlich bleiben.

Einige weiteren Studien beziehen sich nicht ausschließlich auf Teilnehmende im Schulalter, sondern adressieren einen breiteren Altersquerschnitt. Auch wenn die Ergebnisse solcher Studien nicht immer ohne Einschränkungen auf die Kenntnisse von Schüler:innen übertragen werden können, liefern sie dennoch Hinweise auf das allgemeine Verständnis von Datenpraktiken in datengetriebenen Anwendungen. Daher werden Studien dieser Art nachfolgend ebenfalls kurz diskutiert.

In einer Studie mit Nutzenden von Fitnesstrackern untersuchten Gabriele und Chiasson (2020) basierend auf Selbsteinschätzungen deren Wissen über die Typen an Daten, die von Fitnesstrackern erhoben werden, und über deren Nutzung. Einige Teilnehmende glaubten tendenziell zu wissen, welche Daten erhoben werden. Die meisten waren sich jedoch unsicher, wie diese genutzt werden. Ebenfalls im Kontext von Fitnesstrackern befragten (Vitak et al., 2018) Nutzende zu ihren Haltungen und Vorstellungen bezüglich Privacy, Tracking und Data Sharing. Die meisten Teilnehmenden hatten nur wenige Vorstellungen von den Datenpraktiken der Fitnesstracker Anbieter, insbesondere war – ähnlich wie in der Studie von Gabriele und Chiasson (2020) – vielen unklar, was mit den erzeugten Daten geschieht.

Lupton und Michael (2017) untersuchten in ihrer Studie ein allgemeines Verständnis von Personal Digital Dataveillance. Deren Teilnehmenden (18-55 Jahre, hauptsächlich zwischen 18 und 35) bearbeiteten in Fokusgruppen drei Aufgaben zu Datenerhebungen und Profiling im Alltag. Die Ergebnisse zeigte, dass die Teilnehmenden zwar Ideen hatten, wo im Alltag wohl Daten über sie erhoben werden könnten, die meisten waren sich aber unsicher, wie die Datenerhebung konkret funktioniert und wohin diese Daten gelangen. Einige Teilnehmende kannten Profiling und Personalisierung von Werbung, waren sich aber unsicher, wie die über sie erhobenen Daten konkret verwendet werden und welche Implikationen dies haben könnte. Insgesamt hatten die Teilnehmenden dieser Studie also grobe Vorstellungen, dass Daten über sie erhoben werden und Profiling und ähnliche Praktiken stattfinden, hatten aber Schwierigkeiten die zugrunde liegenden Funktionsweisen konkret zu erkennen.

Zum Untersuchen von Faktoren der Haltungen von Nutzenden gegenüber Online Behavioral Advertising führten Ur et al. (2012) Interviews mit Personen mit keinen informatiknahen Ausbildungen und Berufen (19-57 Jahre, Durchschnittsalter war 29) durch. Grundsätzlich konnten sich einige Teilnehmende vorstellen, dass verschiedenen Plattformen Daten über sie sammeln, etwa für Profiling. Unsicher waren sie sich jedoch hinsichtlich der konkreten Funktionsweise dieser Prozesse. Viele Teilnehmende hatten eher nur vage Vorstellungen davon, wie die gesammelten Daten verarbeitet werden, um etwa Personalisierungen vorzunehmen (z.B. für targeted advertising). Zudem wussten viele nicht, dass ein Behavioural Profiling in der Praxis tatsächlich Anwendung findet – also ein Profiling basierend auf ihrem Verhalten (z.B. besuchte Webseiten).

Büchi et al. (2023) haben aktive Facebook Nutzende befragt (im Durchschnitt 39 Jahre alt) und untersuchten privatsphärebezogene Haltungen, Verhaltensweisen und ihr Verständnis von Profiling als ein Fall der Verarbeitung persönlicher Daten. Einige Teilnehmende wussten, dass Facebook Daten über sie erhebt, hatten aber weniger Verständnis für abgeleitete und generierte Daten (z.B. zu Interessen). Wie und wozu die Daten verarbeitet werden, war ihnen eher unklar. Ebenfalls mit Facebook Nutzenden führten Alvarado und Waern (2018) eine Studie über die Erfahrungen und das Verständnis der Nutzenden im Hinblick auf die bei Facebook verwendeten Algorithmen (z.B. für den News Feed) durch. Die meisten Teilnehmenden waren sich nicht darüber bewusst, dass ihr Verhalten getrackt wird und welchen Einfluss die Verarbeitung der Trackingdaten hat.

Bezogen auf den Kontext der Registrierung bei einem Dienst via anderer Services (z.B. Google Sign-In) untersuchten Ronen et al. (2013) das Verständnis der Datenerhebung. Viele der Teilnehmenden (die meisten waren zwischen 18-27 Jahre) hatten nur geringes Verständnis davon, welche Daten dabei erhoben beziehungsweise zwischen den Anbietenden der Dienste geteilt werden. Nach einer Aufklärung über die zugrunde liegenden Datenpraktiken überdachten einige Teilnehmenden ihre Entscheidung, diese Funktionen weiterhin zu nutzen.

In Interviews mit Lehramtsstudierenden untersuchten Vartiainen, Tedre et al. (2023) ihr Verständnis für Datenpraktiken und Privatsphäre bei Online-Plattformen. Sie beobachteten, dass die Teilnehmenden oft eine Idee davon hatten, dass und welche Daten über sie erhoben werden (insb. solche, die sie selber erzeugen), es mangelte jedoch an einem Verständnis darüber, wie und wozu solche Daten verwendet werden. Insbesondere datengetriebene Techniken wie die Analyse der Daten oder das Profiling war den meisten Teilnehmenden unklar. Auch hier zeigt sich die grundlegende Herausforderung, die

Prozesse hinter der Erhebung von Daten zu verstehen.

Diese genannten Studien deuten an, dass Schüler:innen (oder allgemeiner: Nutzende) von ddA eher die Datenerhebung wahrnehmen, jedoch insbesondere unsicher darüber sind, wie diese Daten anschließend verarbeitet und genutzt werden. In mehreren Studien wurde als Beispielkontext der Bereich sozialer Medien betrachtet. Dieser Anwendungskontext datengetriebener Technologien stellt einen zentralen Bereich alltäglicher Situationen dar, in denen Schüler:innen mit ddA in Kontakt kommen. Insbesondere im Hinblick auf soziale Medien gibt es weitere Studien, die sich mit dem Bewusstsein über oder Verständnis von algorithmischen oder datengetriebenen Verfahren der Datenverarbeitung befassen (z.B. hinsichtlich der News Feeds). Ein Bewusstsein darüber, dass in solchen Anwendungen beispielsweise Personalisierungen stattfinden oder die angezeigten Inhalte kuratiert werden, ist eng mit dem Verständnis über die Erhebung und Verarbeitung persönlicher Daten verknüpft, da diese häufig die Grundlage für solche Funktionen bilden.

So stellte etwa Powers (2017) in diesem Kontext eine Studie vor, in der sie Studierende (durchschnittliches Alter von ca. 19 Jahre) befragt hat und untersucht hat, ob sie Personalisierung von News Feeds und Einflussfaktoren auf eine solche Personalisierung (z.B. durch Nutzungsdaten) erkennen. Sie fand heraus, dass den meisten Studierenden (ca. drei Viertel) nicht klar war, dass News Feeds personalisiert werden. Diejenigen, denen das bewusst war, konnten aber nicht wirklich erklären, wie das konkret funktioniert. Auch wenn einige vermuteten, dass ein Tracking stattfindet, konnten die meisten Teilnehmenden keine spezifischen Beispiele für Daten nennen, die erhoben wurden. In einer weiteren Studie mit Facebook Nutzenden (18-64 Jahre) wurde beobachtet, dass ca. zwei Drittel der Teilnehmenden nicht wussten, dass die angezeigten Inhalte kuratiert werden (Eslami et al., 2015). Nutzende, die sich über den Einsatz von Kuratierungsverfahren bewusst waren, haben über die Nutzungszeit Vermutungen für die Funktionsweise dessen entwickelt. Die meisten vermuteten beispielsweise, dass es im Wesentlichen auf ihre Interaktionen mit anderen Personen ankommt (siehe „personal engagement theory“ in: Eslami et al., 2016). Ein weiteres Beispiel ist die Studie von Bucher (2017), in der sie Facebook Nutzende befragt hat. Sie beobachtete, dass einige Teilnehmende zwar die Nutzung von Algorithmen für ihre News Feeds wahrnehmen, sie aber nur konkrete Vorstellungen für die technische Funktionsweise haben. Prozesse eines Trackings und Profilings werden also eher nur oberflächlich erkannt und konkret Vorstellungen für die Datenverarbeitung und die Zwecke dessen waren seltener.

In dieser Literaturdiskussion wurden sowohl Ergebnisse hinsichtlich des Verständnisses und Bewusstseins von der Datenerhebung als auch der Datenverarbeitung betrachtet. Ziel war es, in der vorliegenden Literatur gezielt nach Befunden zu diesen beiden Aspekten zu suchen. Die Unterscheidung der Datenerhebung und -verarbeitung basiert auf zentralen Ideen des Konzepts Datenbewusstsein, wie später im Kapitel 4 näher erläutert wird. Das Konzept diene somit bereits als analytische Perspektive zur Auswertung von Literatur und ermöglichte differenziertere Erkenntnisse zum Bewusstsein und Verständnis von Schüler:innen über die Rolle von Daten in datengetriebenen Anwendungen. Die diskutierten Studien liefern jeweils Einblicke in Bezug auf die Datenerhebung und/oder die Datenverarbeitung. Zum Überblick lassen sich die Studien in Abbildung 2.3 charakterisieren. In dieser Abbildung wurden die Studien (angegebenen durch ihre Literaturreferenzen) nach ihren berichteten Studienergebnissen interpretierend auf den jeweiligen Kontinua veror-

tet. Wurde beispielsweise in einer Literaturquelle berichtet, dass die Teilnehmenden kein Verständnis über die Erhebung von persönlichen Daten hatten, so wird die entsprechende Referenz auf der linken Seite des oberen Kontinuums verortet. Eine andere Studie, bei der wenige Teilnehmende Vorstellungen über die Erhebung von Daten hatten, würde dann weiter rechts auf dem Kontinuum angeordnet werden. Diese methodische Interpretation und Anordnung von Literatur auf diesen beiden Kontinua entstammt aus der Literaturanalyse von Höper und Schulte (2024a). Es sollte angemerkt werden, dass die Anordnung von Literatur keinem objektiven und normierten Maß unterliegt (nicht zuletzt, da die Ergebnisse dieser Studien in der Regel Interpretationen von verschiedensten Beobachtungen und Ergebnissen sind, die keine verlässliche Vergleichbarkeit ermöglichen). Die Positionierung der Literaturquellen auf den jeweiligen Kontinua ist insbesondere relativ zu den anderen Quellen zu sehen. So stellt dies eine Interpretation der Ergebnisse dar, wie sie in den jeweiligen Literaturquellen beschrieben werden. Dadurch soll ein Überblick über die verschiedenen Studienergebnisse hinsichtlich dieser beiden Dimensionen gewonnen werden und so einen Eindruck dazu geben, ob Schüler:innen ein Verständnis oder Bewusstsein über die Datenerhebung und -verarbeitung in ddA haben.

Zusammenfassend zeigt sich, dass Schüler:innen oder allgemein (junge) Nutzende digitaler Anwendungen (insb. ddA) tendenziell wenig Verständnis der Rolle von Daten haben, was sich hier auf die Datenerhebung sowie die Datenverarbeitung und dessen Implikationen bezieht. Zwar ist einigen Nutzenden offenbar bekannt, dass Daten über sie erhoben werden, jedoch fehlt vielen ein konkretes Verständnis darüber, insbesondere wie dies konkret funktioniert. Im Vergleich dazu besteht noch größere Unsicherheit darüber, wie die Daten verarbeitet werden, wozu sie verwendet werden, was das bedeutet und welche Implikationen dies haben kann. Wenn sich Schüler:innen nicht über die Erhebung und Verarbeitung persönlicher Daten bewusst sind, fehlt ihnen die Grundlage, diese Situationen zu bewerten und informierte Entscheidungen zu treffen. Im Sinne des zuvor diskutierten (Allgemein-)Bildungsverständnisses ergibt sich aus diesem Stand der Forschung ein Bedarf an Unterrichtsansätzen zur Befähigung, ddA und die Rolle von Daten zu verstehen und zu reflektieren. Diesem soll das Konzept Datenbewusstsein nachkommen (siehe Kapitel 4).

In den betrachteten Studien werden verschiedene Aspekte hinsichtlich der Rolle von Daten betrachtet, etwa zur Datenerhebung, Datenverarbeitung, Zwecke dessen und möglichen Implikationen. Eine systematische Unterscheidung und Untersuchung hinsichtlich solcher verschiedenen Aspekten fehlt allerdings oft. So ergibt sich darüber hinaus ein Klärungsbedarf, was unter der Rolle von Daten oder dem Begriff der Datenpraktiken verstanden werden kann. Das Konzept Datenbewusstsein soll eine Systematik für diese verschiedenen Perspektiven beinhalten, die als Teil einer Charakterisierung der Interaktionssysteme mit ddA erarbeitet werden (siehe Abschnitt 4.2). Somit bietet das Konzept Datenbewusstsein aus informatikdidaktischer Sicht eine Rahmung für diese verschiedenen Perspektiven. Des Weiteren zeigt die Literatúrauswertung, dass die empirischen Untersuchungen meist explorativer Art sind und wenig systematische Operationalisierungen des Verständnisses der Schüler:innen über die verschiedenen Aspekte umfasst. Daraus ergibt sich die weitere Forschungslücke, dass empirische Messinstrumente zum Untersuchen des Verständnisses der Schüler:innen von verschiedenen Aspekten zur Rolle von Daten in ddA entwickelt werden sollten.

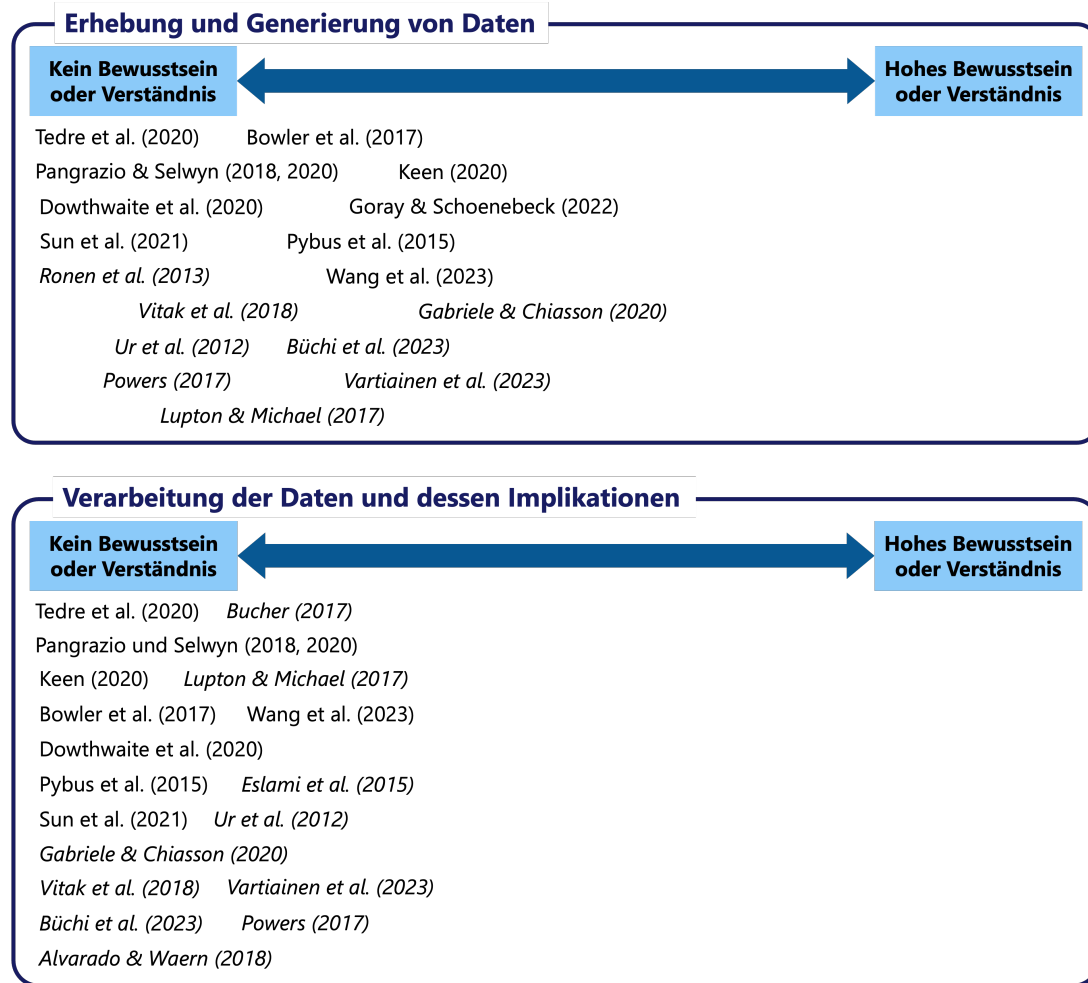


Abbildung 2.3: Interpretation der ausgewerteten Literatur zum Verständnis der Schüler:innen (oder Nutzenden) über die Erhebung von (persönlichen) Daten und deren Verarbeitung in digitalen Anwendungen (*Hinweis:* In kursiv geschriebene Referenzen stellen Studien dar, deren Teilnehmenden nicht ausschließlich im Schulalter waren).

2.6.2 Haltungen zu Datenpraktiken und Privatsphäre

Die Rolle persönlicher Daten in digitalen Anwendungen hängt eng mit Diskussionen über die Privatsphäre der Nutzenden zusammen. Diese Diskussionen und entsprechende Forschung können daher Aufschluss darüber geben, welche Haltungen Nutzende zur Rolle von Daten in Interaktionen mit ddA einnehmen und insbesondere, wie sie sich diesbezüglich verhalten. In diesem Abschnitt wird zunächst erläutert, worauf sich Privatsphäre (bzw. Privacy) bezieht und was dieses Konzept umfasst. Anschließend werden empirische Ergebnisse zu Haltungen und dem Verhalten von Personen gegenüber ihrer (informatiellen) Privatsphäre im Hinblick auf digitale Technologien und Datenpraktiken diskutiert. Abschließend wird das in diesem Zusammenhang häufig beobachtete Phänomen des Privacy Paradox thematisiert.

Was bedeutet Privatsphäre?

Eine ausführliche Diskussion regulatorischer Perspektiven auf Privatsphäre und Datenschutz, wie etwa im Hinblick auf informierte Einwilligungen zur Erhebung und Verarbeitung personenbezogener Daten, würde den Rahmen dieser Arbeit übersteigen. Für eine solche Betrachtung und eine Diskussion der Entwicklungen entsprechender Regulationen in den vergangenen Jahrzehnten sei etwa auf Lipman (2016) verwiesen. Ebenso verfolgt dieser Abschnitt nicht das Ziel, eine historische Genese verschiedener Konzepte von Privatsphäre im Detail nachzuzeichnen. Stattdessen wird ein Interpretationsrahmen erschlossen, der die Bedeutung des Begriffs der Privatsphäre für diese Arbeit verdeutlicht. Da einige der betrachteten Konzepte englischsprachige Bezeichnungen tragen, wird im Folgenden zur Konsistenz die englische Bezeichnung *Privacy* verwendet.

Für das Konzept *Privacy* gibt es zahlreiche unterschiedliche Interpretationen und theoretische Überlegungen, was zu einem „conceptual chaos“ (Vedder, 2011, S. 21) geführt hat. Erschwert wird dies durch die Beziehungen und Überschneidungen mit anderen Konzepten wie Würde, Autonomie, Intimität oder Freiheit (vgl. Vedder, 2011). Vedder (2011) fasst *Privacy* als multidimensionales Konzept mit vier Dimensionen auf: „physical-spatial, relational, decisional, and informational dimension“ (Vedder, 2011, S. 19). Der in dieser Arbeit betrachtete Kontext der ddA betrifft vor allem die letzten beiden Dimensionen. Decisional *Privacy* bezieht sich auf die eigenen Entscheidungen des Individuums (Vedder, 2011), wobei ein Bezug zum zuvor diskutierten bildungstheoretischen Ziel der Selbstbestimmung zu sehen ist. Dagegen bezieht sich Informationale *Privacy* auf die Kontrolle des Individuums über Informationen über sich selbst (Vedder, 2011). Ähnliche Kategorien finden sich bei Nissenbaum (2004), die verschiedene traditionelle Perspektiven auf das Konzept *Privacy* diskutiert und drei Prinzipien identifizierte: (1) Schutz des Individuums vor Überwachung und Verwendung persönlicher Informationen, (2) Beschränkung des Zugangs zu persönlichen Informationen (auch sensible und private Informationen), und (3) Schutz vor Eingriffen in den privaten, physischen Raum eines Individuums (Nissenbaum, 2004, S. 123ff.). Diese drei Prinzipien legen den Schwerpunkt auf den Aspekt der persönlichen Informationen, was im Wesentlichen als eine der vier Dimensionen von Vedder (2011) beschrieben wurde.

Im Sinne des Themas der vorliegenden Arbeit wird die nachfolgende Diskussion primär auf den Bezug zu persönlichen Informationen und Daten beschränkt (insb. Informationale *Privacy*). Durch den Bezug zu persönlichen Informationen beziehungsweise Daten, wurde das Konzept *Privacy* in den letzten Jahrzehnten insbesondere hinsichtlich der Entwicklungen rund um Big Data, Datafizierung, Datenpraktiken, KI und ML intensiv diskutiert, Probleme mit alten Verständnissen und Ideen zu *Privacy* untersucht und neue Konzeptionen vorgeschlagen. Nachfolgend wird ein Fokus auf einzelne Arbeiten und Diskussionen gelegt, um wesentliche Problematiken im Zusammenhang mit *Privacy* und dessen Bedeutung im Hinblick auf ddA zu beleuchten.

Bezogen auf die Herausforderungen von Informationstechnologien für das Verständnis von *Privacy* argumentiert Nissenbaum (2004, 2011), dass Anpassungen des Konzepts nötig sind. Sie schlägt daher die Konzeption der „Contextual Integrity“ vor (für eine ausführliche Darstellung der konzeptionellen Ideen, siehe: Nissenbaum, 2010). Die zentrale Idee bei diesem Konzept ist, dass *Privacy* in Abhängigkeit von den Normen in spezifischen Kontexten zu verstehen ist (Nissenbaum, 2004). Mit Kontext ist in diesem Fall ein Lebensbereich gemeint, also ein „context not only of place but of politics, convention, and

cultural expectation“ (Nissenbaum, 2004, S. 137). Für einen solchen Kontext (z.B. Schule, Online-Plattformen oder Arztbesuche) gilt, „[they] are partly constituted by norms, which determine and govern key aspects such as roles, expectations, behaviors, and limits“ (Nissenbaum, 2004, S. 138). Das heißt, dass für einen spezifischen Kontext (soziale) Normen oder auch Konventionen existieren, was beispielsweise erwartet wird oder wie man sich zu verhalten hat. Dieses Konzept geht nun davon aus, dass Privacy immer in solchen Kontexten zu verstehen ist. Als Orientierung zur Bewertung der Privacy nennt Nissenbaum (2004) zwei Arten von Normen: (a) Angemessenheit und (b) Informationsfluss oder -verteilung. Demnach hängt die Frage, ob die Privacy eines Individuums gewahrt oder verletzt wird, davon ab, inwiefern bestimmte Informationen geteilt werden, die für den Kontext angemessen sind, und wie und wohin diese Informationen fließen dürfen. Als Beispiel ist es etwa relevant, ob Daten über den physischen oder psychischen Zustand eines Individuums im medizinischen Kontext oder im Arbeitsumfeld erfasst werden (vgl. Nissenbaum, 2004). Die zweite Art von Normen bezieht sich dann darauf, ob der Informationsfluss und die Verbreitung der Informationen über ein Individuum den kontextuellen Normen entsprechen (vgl. Nissenbaum, 2004, S. 140f.). Zurück zum Beispiel medizinischer Daten: In diesem Kontext gibt es Verpflichtungen, die bestimmen, inwiefern ein Arzt solche Daten weitergeben darf. Dieses in Kontexte und deren kontextuellen Normen eingebettete Verständnis von Privacy erlaubt einen Diskurs und ein Hinterfragen dieser Normen in spezifischen Kontexten.

Für die Betrachtung von Privacy kann im Sinne der vorliegenden Arbeit beispielsweise ein Interaktionssystem mit einem ddA – in Orientierung am HIS-Rahmen – als ein Kontext verstanden werden. In einem solchen Interaktionssystem bestehen soziale Normen und Erwartungen, die sich etwa zwischen den Nutzenden untereinander sowie zwischen ihnen und den Anbietenden ausgehandelt werden. Zudem kommen auf gesellschaftlicher Ebene weitere Aspekte wie Regulierungen zum Datenschutz hinzu.

Exemplarisch für den Kontext der Online-Plattformen wie etwa sozialen Netzwerken diskutieren Marwick und Boyd (2014) die Bedeutung von Privacy und argumentieren, dass Privacy aufgrund der vernetzten Art und Weise der Interaktion mit anderen Personen nicht nur auf ein einzelnes Individuum bezogen verstanden werden sollte. Sie argumentieren damit, dass Menschen in sozialen Kontexten leben, mit anderen vernetzt sind und somit soziale Normen teilen. Daher schlagen sie die Idee der „Networked Privacy“ vor. Dies soll über eine individualistische Perspektive hinausgehen. Der Schutz der eigenen Privacy geht demnach damit einher, diese Kontexte wahrzunehmen und sie gemeinsam mit anderen aktiv zu gestalten, etwa durch „co-constructing the architecture of the systems“ (Marwick & Boyd, 2014, S. 1063).

Eine solche Betrachtung sozialer Strukturen und zwischenmenschlicher Beziehungen, wie etwa bei Marwick und Boyd (2014) zu finden ist, bezeichnen Quinn und Epstein (2023) als horizontale Orientierung von Privacy. Ihr gegenüber steht die vertikale Orientierung, die sich auf die Beziehung zwischen einem Individuum und Institutionen oder Unternehmen bezieht (Quinn & Epstein, 2023). Im Hinblick auf den zuvor genannten Beispielkontext der Interaktionssysteme mit ddA könnte dies etwa bedeuten, dass das Verhältnis zwischen dem Nutzenden und dem Anbietenden des ddA in den Blick genommen wird. Eine ähnliche Unterscheidung verschiedener Betrachtungsweisen oder Dimensionen findet sich bei (Livingstone et al., 2020; Stoilova et al., 2020). Sie unterscheiden zwischen interpersonellen, institutionellen und kommerziellen Kontexten für die Betrachtung von

Privacy (vgl. Stoilova et al., 2020). Die interpersonellen Kontexte beziehen sich auf die Beziehungen zu anderen Personen, etwa innerhalb von Familie und Freundeskreisen. Mit den institutionellen Kontexten meinen sie die Verhältnisse zu Institutionen wie Schulen oder staatliche Organisationen. Die kommerziellen Kontexte betreffen letztlich die Beziehungen zu Anbietenden kommerzieller Anwendungen.

Für Datenbewusstsein stehen insbesondere die institutionellen und kommerziellen Kontexte, das entspricht der vertikalen Orientierung nach Quinn und Epstein (2023), im Fokus. Es geht primär um ddA, mit denen Schüler:innen im Alltag interagieren, was häufig Anwendungen sind, die von Institutionen oder kommerziellen Anbietern stammen. Die Betrachtung der Beziehungen zu anderen Personen ist allerdings für Datenbewusstsein nicht ganz uninteressant, da persönliche Daten über ein Individuum beispielsweise auch innerhalb der Interaktion anderer Personen mit einem ddA erhoben werden können.

Das Beispiel der Online-Plattformen kann als ein Aspekt gesellschaftlicher und technologischer Veränderungen in den letzten Jahrzehnten angesehen werden. Vedder (2011) zeichnet verschiedene Stränge der Diskussionen um Privacy nach und diskutiert daraufhin die Bedeutung von Privacy im Hinblick auf solche Veränderungen, die etwa durch Verbesserungen digitaler Technologien, höhere technische Kapazitäten für Datenverarbeitung oder die Vernetzung verschiedener digitaler Systeme geprägt sind. In traditionellen Konzepten für Privacy sieht er zwei Probleme: einerseits ist das Ziel, dass ein Individuum Kontrolle über ihre persönliche Informationen und Daten hat, durch die Komplexität digitaler Systeme stark erschwert oder sogar unmöglich geworden und andererseits ist der Fokus auf personenbezogene Daten im Hinblick auf die Verwendung von Daten und Profilen auf Gruppenebene ohne eindeutigen Individualbezug nicht mehr ausreichend (vgl. Vedder, 2011, S. 24). Diese beiden Probleme werden nachfolgend mit den Diskussionen von Mühlhoff beziehungsweise Matzner und Kolleg:innen vertieft.

Hinsichtlich des zweiten Problems geben beispielsweise die Diskussionen zum Konzept der Predictive Privacy, wie es Mühlhoff (2021) vorschlägt (siehe auch: Mühlhoff & Ruschemeier, 2024), interessante Einblicke. Das Konzept bezieht sich auf Methoden der Predictive Analytics und die damit verbundenen Herausforderungen für Privacy. Bei Predictive Analytics geht es im Wesentlichen darum, dass Vorhersagemodelle trainiert werden, mit denen unbekannte Daten vorhergesagt werden können, etwa persönliche Daten, die ein Individuum selbst nie bereitgestellt hat (siehe z.B.: Mühlhoff, 2021; Sarker, 2021). Durch die Anwendung solcher Verfahren sehen Mühlhoff und Ruschemeier (2024) Eingriffe in die Privacy von Individuen. Diesbezüglich betonen sie, dass der Einsatz von Predictive Analytics beziehungsweise die Verwendung solcher Vorhersagemodelle bislang nicht ausreichend reguliert ist, um die Privacy der betroffenen Personen zu schützen (Mühlhoff & Ruschemeier, 2024). Nach ihrer Auffassung liegt ein zentrales Problem darin, dass die Anonymisierung der Daten, wie sie für oder innerhalb von Vorhersagemodellen verwendet werden, nicht denselben Regulierungen unterliegen wie personenbezogene Daten. Mühlhoff und Ruschemeier (2024) argumentieren zudem, dass diese Methoden und Vorhersagemodelle ermöglichen, persönliche Daten von Personen vorherzusagen, die selbst nie Daten bereitgestellt oder den jeweiligen Dienst genutzt haben. Dies verdeutlicht außerdem, dass Entscheidungen über die eigene Privacy auch Auswirkungen auf andere Personen haben können, sodass kollektive Entscheidungen über Privacy notwendig werden (vgl. Mühlhoff, 2021). Diese Perspektive lässt sich mit dem zuvor diskutierten Ansatz von Marwick und Boyd (2014) zur Networked Privacy in Verbindung bringen. Die vorherige Diskussi-

on von Studien zum Verständnis der Schüler:innen über die Rolle von Daten in digitalen Anwendungen (siehe Abschnitt 2.6.1) zeigte, dass viele Schüler:innen nur ein geringes Verständnis von der Erhebung und insbesondere der Verarbeitung ihrer persönlichen Daten haben. Dies betrifft beispielsweise auch die Verwendung solcher Methoden der Predictive Analytics und die damit verbundene Generierung neuer (teils auch sensibler) Daten. Vor diesem Hintergrund wird der Bedarf an regulatorischen Maßnahmen, wie sie etwa von Mühlhoff und Ruschemeier (2024) gefordert werden, als Ergänzung zu entsprechenden Unterrichtsansätzen deutlich.

Hinsichtlich des von Vedder (2011) genannten Problems der Kontrolle über persönliche Daten stellt sich etwa die Frage, ob Individuen ihre Privacy eingeständig und effektiv schützen können und so auch dafür selbst verantwortlich sind. Dies diskutieren Matzner et al. (2016) ausführlich und kommen zu dem Ergebnis, dass die Verantwortung für den Schutz der Privacy nicht allein den Individuen zugeschrieben werden darf, was sie unter dem Begriff der Responsibilization fassen. Nach Auffassung der Autoren ist ein hohes Verständnis für Datenpraktiken und der Wirkungen von Schutzmaßnahmen der eigenen Daten eine Voraussetzung für den effektiven Schutz der eigenen Daten. Dies wird allerdings zunehmend durch die Komplexität und Verknüpfung von Systemen erschwert, was eine große Hürde für individuelle Entscheidungen hinsichtlich der eigenen Daten und Privacy darstellt (Matzner et al., 2016, S. 280f.). Weiter argumentieren sie, dass auch wenn ein Schutz der eigenen Daten und Privacy auf interpersoneller Ebene möglich sein sollte, auf institutioneller Ebene komplexe Maßnahmen und eine Kombination verschiedener Maßnahmen nötig sind, damit der Schutz auch effektiv ist (Matzner et al., 2016, S. 283-287). Zusätzlich wird die individuelle Entscheidbarkeit über die eigenen Daten und Privacy durch Überschneidungen zwischen Individuen hinsichtlich persönlicher Daten erschwert. So diskutiert Matzner (2014), dass Daten oft Rückschlüsse auf andere Personen zulassen, wenn eine Person entscheidet, Daten über sich erheben zu lassen. Eine individuelle Entscheidung hinsichtlich persönlicher Daten und Privacy betrifft somit auch oft andere Personen, sodass ein Individuum Mitverantwortung für die Daten und Privacy anderer Personen trägt. Matzner et al. (2016, S. 293f.) argumentieren daher, Verantwortung als eine soziale und kollektive Aufgabe zu verstehen. Aus diesen Gründen folgern die Autoren, dass es für Individuen nahezu unmöglich ist, diesbezüglich autonome Entscheidungen zu treffen, und dass Privacy nicht als individuelle Verantwortung betrachtet werden sollte. In ähnlicher Weise argumentiert auch Obar (2015) dafür, dass es eine „Illusion“ sei zu glauben, dass Individuen in Zeiten von Big Data ihre Privacy vollständig selbst kontrollieren könnten. Er bezeichnet dieses Missverständnis als „the fallacy of data privacy self-management“ (Obar, 2015, S. 2). Seine Argumentation stützt sich insbesondere auf die Komplexität digitaler Systeme und deren Datenpraktiken, das mangelnde Wissen und fehlende Fähigkeiten zum Verstehen solcher Systeme und nicht zuletzt den Zeitaufwand, der erforderlich wäre, um umfangreiche Maßnahmen zum Schutz der eigenen Daten und Privacy zu ergreifen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Privacy durch kontextuelle Faktoren beeinflusst wird, die bei der Betrachtung und Bewertung der Privacy von Individuen eine wichtige Rolle spielen. Ein Beispiel für einen Kontext im Sinne des zuvor diskutierten Kontextbegriffs nach Nissenbaum (2004, 2011) für eine solchen Betrachtung von Privacy ist ein Interaktionssystem mit ddA. Die Bewertung eines solchen ddA im Hinblick auf

Privacy könnte etwa die Frage nach der Angemessenheit der Datenpraktiken aufgreifen. Für Datenbewusstsein stehen insbesondere die vertikale Orientierung (siehe: Quinn & Epstein, 2023) in institutionellen und kommerziellen Situationen (siehe: Stoilova et al., 2020) im Fokus; gleichzeitig sind jedoch auch die horizontale Orientierung und somit die interpersonellen Beziehungen relevant, etwa im Hinblick auf soziale und gesellschaftliche Normen und Werte sowie die Verantwortung eines Nutzenden gegenüber der eigenen und der Privacy anderer Personen. Die Idee der Kontextbetrachtung in diesem Zusammenhang lässt sich zudem mit der Diskussion über die Rolle digitaler Artefakte in solchen Interaktionssystemen verknüpfen. Dazu wurde zuvor argumentiert, dass digitale Artefakte auf menschlichen Werten und Entscheidungen beruhen (siehe Abschnitt 2.3.1). Beispielsweise im Hinblick auf die Rolle von Daten hängen solche Werte und Entscheidungen eng mit den sozialen Normen und Erwartungen aus Sicht der Nutzenden zusammen. Darüber hinaus ist festzuhalten, dass die Besonderheiten von ddA und Datenpraktiken einen großen Einfluss auf das Verständnis von Privacy haben, insbesondere stellen solche Artefakte spezifische Herausforderungen für die Privacy von Individuen dar. Für das Konzept Datenbewusstsein sind die Diskussionen zu den Kontrollmöglichkeiten des Individuums, die daraus resultierende Verantwortung der Nutzenden sowie zu den Fragen des Individualbezugs bei der Verarbeitung persönlicher Daten hervorzuheben (siehe: Matzner et al., 2016; Mühlhoff, 2021; Mühlhoff & Ruschemeier, 2024; Vedder, 2011). Die Erkenntnisse aus diesen Diskussionen fließen in die Entwicklung des Konzepts Datenbewusstsein ein, insbesondere im Rahmen der Charakterisierung der Interaktionssysteme mit ddA im Abschnitt 4.2.

Haltungen von Nutzenden zu Datenpraktiken und Privatsphäre in digitalen Anwendungen

In vielen Studien wurden die Haltungen von Personen gegenüber Datenpraktiken und ihrer Privatsphäre untersucht. Dabei werden verschiedenste Kontexte betrachtet, wie etwa interpersonelle, institutionelle und kommerzielle Kontexte. Wie bereits zuvor eingegrenzt, betrachtet die vorliegende Arbeit insbesondere digitale Artefakte aus dem Alltag der Schüler:innen; dies sind häufig Anwendungen aus kommerziellen Bereichen. Dieser Abschnitt legt daher einen Schwerpunkt auf Studien zu solchen Kontexten und einer vertikalen Orientierung, also dem Verhältnis zwischen Nutzenden und den Anbietenden von digitalen Artefakten; andere Arbeiten werden jedoch nicht vollständig ausgeklammert. Die drei Kontextebenen können allerdings nicht immer klar voneinander getrennt werden. So betrifft zum Beispiel das Teilen von Beiträgen in sozialen Netzwerken – was als Teil einer Datenerhebung zu verstehen ist – sowohl hinsichtlich anderer Nutzenden die interpersonelle Ebene als auch bezüglich des Anbietenden der Anwendung die kommerzielle Ebene. Darüber hinaus ist auch die institutionelle Ebene denkbar, sofern etwa staatliche Institutionen öffentlich einsehbare Beiträge untersuchen.

Ob Nutzende von ddA (z.B. Schüler:innen) bedenken hinsichtlich ihrer Privatsphäre und ihrer persönlichen Daten haben, wird häufig unter dem Begriff der Privacy Concerns diskutiert. Diese lassen sich in Bezug auf unterschiedliche Kontexte untersuchen. Zum Beispiel hat Keen (2020) die Perspektive von Jugendlichen bezüglich ihrer Privatsphäre bei Online-Plattformen untersucht, wobei sie unter anderem interpersonelle und kommerzielle Kontexte unterschieden hat. Die Jugendlichen äußerten sich weniger besorgt über die Datenpraktiken und den Einfluss auf ihre Privatsphäre in kommerziellen Anwendungen als

im interpersonellen Kontext. Keen stellte fest, dass die Jugendlichen von kommerziellen Anwendungen durch die Datenpraktiken keine negativen Konsequenzen für sich erwarten. Daher erscheinen ihnen Datenpraktiken und daraus resultierende Eingriffe in ihre Privatsphäre auf interpersoneller Ebene schwerwiegender als im kommerziellen Bereich.

Ebenfalls mit einem Vergleich von diesen drei Kontextarten hat Zaffaroni (2024) in einer Studie Kinder und ihre Eltern zu Haltungen und Praktiken bezüglich Privatsphäre befragt. Untersucht hat er dabei insbesondere kontextspezifische Faktoren. Sorgen und Bemühungen, ihre Privatsphäre zu schützen, fokussierten sich vor allem auf interpersonelle Kontexte. In institutionellen Bereichen (z.B. Schulen) brachten sie den Institutionen häufig Vertrauen entgegen. In kommerziellen Kontexten hingegen fehlte es ihnen oft an Verständnis für die technischen Prozesse und möglichen Konsequenzen, sodass sie sich wenig Sorgen um die Privatsphäre machten.

In einer Studie von Stoilova et al. (2020) wurden mit Schüler:innen (11-16 Jahre) Interviews zu ihrem Verständnis von Privatsphäre in digitalen Kontexten, etwa auf Online-Plattformen, durchgeführt. Dabei analysierten sie, wie die Schüler:innen hinsichtlich der interpersonellen, institutionellen und kommerziellen Kontexte unterscheiden. Die Teilnehmenden dachten primär an interpersonelle Kontexte; sie achteten etwa darauf, was sie mit anderen in sozialen Medien teilen und wendeten entsprechende Strategien an (z.B. privates vs. öffentliches Profil). Privatsphäre auf institutionellen und kommerziellen Kontexten waren den Schüler:innen weniger bewusst. Auf Nachfrage äußerten sie sich meist wenig besorgt um ihre Privatsphäre. Besonders in kommerziellen Kontexten hatten viele Schüler:innen Probleme, die Datenpraktiken und deren Implikationen für ihre Privatsphäre zu verstehen. Sie hinterfragten die Datenpraktiken nur selten und nahmen ihre Wahlmöglichkeiten als sehr begrenzt wahr.

In einer Befragung von Kindern im Alter von 4 bis 10 Jahren fanden Sun et al. (2021), dass sie Privatsphäre im Wesentlichen nur auf einer interpersonellen Ebene wahrnehmen. Privatsphäre zu schützen oder persönlichen Informationen zu teilen, war für diese Teilnehmenden meist nur ein Frage im Bezug auf andere Personen (z.B. Familie, Freunde oder auch Fremde). Dafür spielte etwa Vertrauen für sie eine wichtige Rolle.

Insgesamt zeigt sich in diesen Studien, die zwischen interpersonellen, institutionellen und kommerziellen Kontexten unterscheiden, dass Schüler:innen das Verstehen und Bewerten ihrer Privatsphäre in kommerziellen Kontexten schwerfällt und sie diesbezüglich meist an interpersonelle Beziehungen denken, wozu sie konkrete Sorgen hinsichtlich ihrer Privatsphäre haben. Diese Beobachtung passt auch zu den Ergebnissen aus dem vorherigen Abschnitt, die zeigten, dass einige Schüler:innen Schwierigkeiten haben, die Datenpraktiken in digitalen Anwendungen zu verstehen (siehe Abschnitt 2.6.1).

Innerhalb der kommerziellen Bereiche gibt es viele verschiedene Anwendungen und Situationen, die nach der Idee der Kontextabhängigkeit von Privatsphäre (siehe: Nissenbaum, 2004) Unterschiede hinsichtlich der Privacy Concerns aufweisen können. So zeigte eine repräsentative Studie in Schweden zu Privacy Concerns bezüglich kommerzieller Anwendungen (z.B. Suchmaschinen und soziale Netzwerke), dass die Privatsphärebedenken von den verschiedenen Anwendungen und somit den Kontexten abhängen (Bergström, 2015).

In einige Studien werden allerdings Online-Plattformen wie soziale Medien als Kontexte aus dem Alltag der Schüler:innen betrachtet. In Interviews mit Jugendlichen (11-18 Jahre) zu ihren Einstellungen gegenüber persönlichen Daten und Privatsphäre in sozia-

len Medien, konnte beobachtet werden, dass ungefähr die Hälfte von ihnen positiv über die Datenpraktiken in sozialen Medien gestimmt waren, etwa weil sie der Meinung sind, Kontrolle über ihre persönlichen Daten zu haben (Chi et al., 2018). Andere Teilnehmende äußerten sich eher negativ darüber, etwa weil sie unsicher sind oder das gegenteilige Gefühl des Verlusts der Kontrolle über ihre persönlichen Daten haben. Mehrere Teilnehmende erwarteten zudem keine Konsequenzen aus erhobenen Daten und machen sich daher keine Sorgen darüber – haben sogar eher eine gleichgültige Einstellung zu Datenpraktiken und Privatsphäre.

In einer Studie mit Hochschulstudierenden verschiedener Fachrichtungen haben Raffaghello et al. (2024) beobachtet, dass Studierende aus der Informatik skeptischer gegenüber Datenpraktiken in alltäglichen Anwendungen sind als Studierende anderer Fachrichtungen. Das deutet darauf hin, dass Personen mit mehr technischem Verständnis für digitale Systeme womöglich kritischere Einstellungen gegenüber Datenpraktiken entwickeln.

Gründe für Privacy Concerns können vielfältig sein. So finden sich in Studien beispielsweise Begründungen von Teilnehmenden bezüglich der Datenarten, der Sensitivität der persönlichen Daten oder der erwarteten Konsequenzen für die eigene Privatsphäre. Dies wird nachfolgend näher betrachtet.

In einer Untersuchung mit Nutzenden von Wearables wurde etwa beobachtet, dass Privacy Concerns davon abhängen, welche Daten erhoben wurden, wie sensibel diese eingeschätzt wurden und welche Konsequenzen die Teilnehmenden davon befürchteten (Motti & Caine, 2015). Besonders sensibel stuften sie dabei Kameradaten, Mikrofondaten sowie Standortdaten ein.

Zimmer et al. (2020) haben mit Hochschulangehörigen Interviews zu persönlichen Fitnessinformationen durchgeführt. Auch wenn die Teilnehmenden unterschieden, welche Daten sie teilen würden und welche eher nicht (z.B. Standortdaten), haben Fitnessdaten in ihren Augen eher keine Risiken für ihre Privatsphäre und machen sich diesbezüglich nur wenige Sorgen um ihre Privatsphäre. Fitnessdaten sind aus Sicht der Teilnehmenden nicht als sensibel (Zimmer et al., 2020). So zeigt sich auch hier, dass eine Besorgnis über die Privatsphäre eng mit einer subjektiv wahrgenommenen Sensitivität der Daten verknüpft ist.

Ebenfalls mit hochschulangehörigen Nutzenden von Wearables (insb. Fitnesstracker) haben Lowens et al. (2017) Interviews durchgeführt, um ihr Verständnis von Privatsphäre sowie ihre Privacy Concerns in diesem Kontext zu untersuchen. 60% der Teilnehmenden äußerten sich wenig besorgt hinsichtlich ihrer Privatsphäre und der Erhebung ihrer gesundheitsbezogenen Daten. Als Grund dafür nannten die Teilnehmenden etwa, dass sie die erhobenen Daten als wenig sensibel einschätzen und sie für die Anbietenden keinen Nutzen haben. Diejenigen, die sich etwas besorgt äußerten, befürchteten mögliche negative Konsequenzen durch die Verwendung der Daten oder sorgten sich über einen Kontrollverlust darüber, was mit den Daten geschieht.

Tifferet (2019) haben in einer Meta-Studie Genderunterschiede bei Einstellungen und Verhalten hinsichtlich Privatsphäre in sozialen Netzwerken untersucht. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass Nutzerinnen im Vergleich zu Nutzern größere Privacy Concerns haben, ein aktiveres Privacy Protection Verhalten zeigen und eher weniger persönliche Daten über sich teilen (siehe Tifferet, 2019, S. 4).

Bezüglich konkreter Daten in sozialen Medien zeigte sich in einer Studie von Pangrazio

und Selwyn (2020), dass Schüler:innen insbesondere hinsichtlich der Standortdaten beunruhigt und überrascht waren. Die Schüler:innen in dieser Studie fanden Tracking durch solche Anwendungen nicht gut, wollten soziale Medien aber nicht meiden, weil sie sonst befürchteten sozial ausgeschlossen zu werden.

Srivastava et al. (2023) haben in Fokusgruppen mit Schüler:innen (13-16 Jahre) untersucht, wie sie ihre Privatsphäre in kommerziellen Online-Kontexten wahrnehmen und inwiefern sie diese schützen. Manche gaben an, dass sie darauf achten, wie vertrauenssichernd eine Webseite auf sie wirkt, bevor sie persönliche Daten teilen. Da die meisten Teilnehmenden dieser Studie bei Registrierungen auf Webseiten nicht kritisch über die Nutzung von Login-Methoden via Google oder Facebook nachdachten, scheint eine reflektierte Überlegung zur Rolle von Daten und Implikationen für ihre Privatsphäre eher weniger zentral zu sein. Ähnliches zeigte sich darin, dass die meisten Schüler:innen berichteten, Cookies zu akzeptieren, ohne darüber nachzudenken – unter anderem um schneller zu Webseiten zu gelangen. Demzufolge steht der Schutz ihrer Privatsphäre für einige von ihnen nicht im Vordergrund.

Insgesamt zeigt sich in diesen Studien, dass einige Nutzende digitaler Artefakte sich über ihre Privatsphäre und die Datenpraktiken sorgen. Ihre Haltungen zu den Datenpraktiken und ihrer Privatsphäre in unterschiedlichen Kontexten können sich jedoch unterscheiden, etwa dahingehend ob es sich um andere Personen oder um kommerzielle Unternehmen handelt. Die Ergebnisse spiegeln also Nissenbaums (2004) Idee der Normen und Erwartungen in Kontexten als Grundlage für die Beurteilung von Privatsphäre wider. Die Diskussion zu den Haltungen zu Datenpraktiken und Privatsphäre zeigte zudem, dass die Arten der Daten, deren Sensitivität sowie die erwarteten Konsequenzen der Datenpraktiken (insb. für die eigene Privatsphäre) für Individuen eine große Rolle spielen können. Die Begründung der Sensitivität der Daten wirft allerdings Fragen auf, solange aus vermeintlich unsensiblen Daten auch sensible Daten abgeleitet beziehungsweise vorhergesagt werden können und so fraglich ist, wie die ursprünglichen vermeintlich unsensiblen Daten dahingen bewertet werden (siehe etwa die vorherige Diskussion zu Predictive Analytics). Die genannten Gründe sprechen ebenfalls für die in dieser Arbeit vertretene Position, dass ein Verständnis für die Rolle von Daten eine Voraussetzung für selbstbestimmte und mündige Rollen in solchen Interaktionen mit ddA darstellt; andernfalls könnten die Personen in diesen Studien beispielsweise keine auf die genannten Gründe bezogene Haltung einnehmen. Das Betrachten verschiedener Aspekte der Rolle von Daten als Grundlage für informierte Rollen wird später im Konzept Datenbewusstsein weiter ausgeführt (siehe Kapitel 4).

An die Diskussion zu den Haltungen der Nutzenden schließt sich die Frage an, welchen Einfluss dies auf ihr Verhalten und ihre Bereitschaft zur Einwilligung in die Datenerhebung und -verarbeitung durch digitale Anwendungen hat. Studien zu solchen verhaltensbezogenen Haltungen beziehungsweise der Bereitschaft persönliche Daten zu Teilen und der Datenerhebung zuzustimmen werden im nächsten Abschnitt diskutiert, wohingegen der Zusammenhang zwischen den Haltungen und dem tatsächlichen Verhalten im darauffolgenden Abschnitt diskutiert wird.

Entscheidungen von Individuen hinsichtlich Datenerhebungen

In verschiedenen Studien wurde untersucht, ob Nutzende digitaler Anwendungen der Erhebung persönlicher Daten über sich zustimmen und persönliche Daten mit anderen teilen.

Für diese Bereitschaft beziehungsweise verhaltensbezogenen Haltungen wurden insbesondere Gründe erhoben, wobei verschiedenste Kontexte betrachtet wurden.

Wie auch schon bei den Privacy Concerns spielt auch beim Verhalten im Hinblick auf die Datenerhebung der Kontext eine Rolle, wie eine Studie von Bilogrevic und Ortlieb (2016) zeigte. In ihrer Umfrage mit 24 bis 40 Jährigen zu ihren Haltungen bezüglich des Zugriffs und Teilens von Daten durch Unternehmen wurde beobachtet, dass ihr Komfortempfinden für das Teilen von persönlichen Daten vom Kontext abhing (z.B. von der Anwendung). Wie auch bei den Privacy Concerns wurden zudem die Art der Daten und deren Sensitivität als Faktoren genannt. So wollen die Befragten etwa Zahlungsdetails und Browserhistorie eher weniger teilen, wohingegen demographische Informationen über sie eher in Ordnung sei (vgl. Bilogrevic & Ortlieb, 2016). Die Teilnehmenden hatten allerdings Schwierigkeiten zu beschreiben, was mit ihren Daten geschieht, wie daraus Vorteile generiert werden oder welche anderen Unternehmen darauf zugreifen können, sodass diese Aspekte nicht in ihre Entscheidungsfindung einbezogen wurden.

Die Beobachtung, dass Handlungsentscheidungen zum Teilen von persönlichen Daten mit anderen oder mit Unternehmen von den konkreten Daten abhängt, wurde auch in der Studie von Dowthwaite et al. (2020) beobachtet. Dort wurden Schüler:innen befragt, die ebenfalls angaben, bei der Weitergabe persönlicher Daten zwischen verschiedenen Datenarten zu unterscheiden.

Leon et al. (2013) haben in einer Studie Einflussfaktoren untersucht, auf deren Grundlage Nutzende über ihre Einwilligung zur Erhebung und Verwendung von Daten für Werbezwecke auf Webseiten entscheiden. Etwa die Hälfte der Teilnehmenden war nicht bereit, für Werbezwecke persönliche Daten bereitzustellen, wohingegen die meisten anderen auch hier nach der Arten der Daten unterschieden. So wollten die Teilnehmenden eher Daten wie zum Herkunftsland, Geschlecht oder Betriebssystem teilen, allerdings wollten sie eher keine Kreditkartennummer, Adresse, Telefonnummer oder ihren Standort teilen (siehe für weitere Beispiele: Leon et al., 2013, S. 6). Darüber hinaus fanden sie als weitere wichtige Einflussfaktoren für die Bereitschaft Daten für persönliche Werbung zu teilen die Dauer der Datenspeicherung und den Umfang oder die Zwecke der Nutzung; kleinere Effekte hatte etwa Möglichkeiten zur Einsicht und zum Bearbeiten der erhobenen Daten (vgl. Leon et al., 2013). Zudem wurde auch hier der Kontext der Webseite als Einflussfaktor für die Entscheidung Daten mit einer Webseite zu teilen beobachtet (z.B. Unterhaltung, Gesundheit, soziale Netzwerke oder Banking). In dieser Studie konnten also zahlreiche kontextuelle und technische Faktoren identifiziert werden, die für Nutzende digitaler Anwendungen für ihre Entscheidung hinsichtlich der Einwilligung in die Datenerhebung eine Rolle spielen.

Die Ergebnisse dieser drei Studien zeigen, dass insbesondere der jeweilige Kontext, die Art der Daten und der Umgang mit diesen Daten eine Rolle für die Entscheidung der Individuen spielt. Dies verdeutlicht erneut die zuvor diskutierte Rolle des Kontexts bei der Betrachtung und Beurteilung von Privacy wider und unterstreicht die Notwendigkeit, ein Verständnis für diese Datenpraktiken zu haben, um entsprechende Handlungsentscheidungen treffen zu können.

Zuvor ging es in den Studien im Wesentlichen um kommerzielle Kontexte. Eine Studie von Gerdon (2024) hat hingegen einen Schwerpunkt auf der Verwendung von Daten für öffentliche Zwecke (institutionelle Ebene) und zeigt, dass die Akzeptanz unter anderem vom Vertrauen in den Empfänger der Daten sowie von der wahrgenommenen Sensitivität

der Daten abhing. Als Beispiel akzeptierten die Teilnehmenden beispielsweise die Verwendung von Gesundheitsdaten eher als Standortdaten oder Daten aus sozialen Medien. Die Art der Daten hatte in der Studie den größten Einfluss auf ihre Bereitschaft, Daten zu teilen. Ähnliche Ergebnisse zur Abhängigkeit von der Art der Daten, dem Kontext oder dem Vertrauen in den Empfänger in institutionellen Kontexten finden sich in der Studie von Marwick und Hargittai (2019).

Hinsichtlich der interpersonellen Betrachtungsebene spielen ebenfalls soziale Beziehungen eine Rolle, wie etwa die Studie von H. Lee et al. (2013) zeigt. Diese Studie hat das Teilen von persönlichen Informationen mit anderen Nutzenden von sozialen Netzwerken untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass die sozialen Beziehungen eine große Rolle für die Entscheidung persönliche Informationen zu teilen spielten.

Insgesamt zeigt sich bei diesen Studien, dass Nutzende digitaler Artefakte die Erhebung von Daten über sie zustimmen oder Daten über sich teilen, dies jedoch von verschiedenen Faktoren abhängt, was mit den zuvor diskutierten Privacy Concerns zusammenpasst. Anzumerken ist an dieser Stelle, dass die diskutierten Studien nicht direkt das tatsächliche Verhalten untersuchten und in der Regel explizit nach Gründen gefragt haben; es geht also im Wesentlichen um die Haltung die Datenerhebung zu akzeptieren. Fraglich bleibt hierbei, ob sich die Teilnehmenden über die Datenerhebung in realen Situationen bewusst sind und tatsächlich rationale Entscheidungen im Hinblick auf die genannten Gründe treffen. Nichtsdestotrotz liefern die Studien mögliche Gründe für Handlungsentscheidungen von Nutzenden im Hinblick auf die Rolle von Daten und den Schutz ihrer Privatsphäre. Ihre Bereitschaft für die Datenerhebung wird insbesondere durch die Art der Daten, den jeweiligen Kontext, dem Umgang mit den Daten beziehungsweise den Zwecken der Datenverarbeitung, das Vertrauen in die datenverarbeitende Instanz (z.B. Unternehmen, Institutionen oder andere Personen) und das Verständnis über die Datenpraktiken geprägt. Hervorzuheben ist, wie schon bei den Privacy Concerns, dass diese Aspekte teilweise auch ein Verständnis der Rolle von Daten voraussetzen, wie etwa dahingehend, welche Daten erhoben werden oder welche Implikationen dies haben kann.

Sofern Nutzende digitaler Artefakte also eine Entscheidung über ihre Einwilligung der Datenerhebung und -verarbeitung treffen, können diese von unterschiedlichen Faktoren abhängen. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, wie kritische Haltungen hinsichtlich der Rolle von Daten und ihrer Privatsphäre damit zusammenhängen, ob Nutzende tatsächlich mit den genannten Faktoren differenzierte Entscheidungen treffen. Im folgenden Abschnitt soll die Frage nach diesem Zusammenhang nun näher betrachtet werden.

Das Phänomen des sogenannten Privacy Paradoxes

Aus den vorherigen Abschnitten ergibt sich ein Bild, dass Nutzende digitaler Artefakten durchaus Bedenken hinsichtlich der eigenen Privatsphäre haben und – teilweise abhängig von bestimmten Faktoren – bereit sind, persönliche Daten mit anderen Personen, Institutionen oder kommerziellen Anbietenden digitaler Anwendungen zu teilen. Dies deutet auf eine Diskrepanz zwischen den Haltungen und dem tatsächlichen Verhalten hin, auch wenn unklar ist, welche Rolle die Bereitschaft oder Absicht, persönliche Daten zu teilen, für das tatsächliche Verhalten hat (siehe Diskussion in: Norberg et al., 2007). Eine solche Diskrepanz zwischen den eigenen Bedürfnissen, Interessen und Sorgen und dem tatsächlichen Verhalten wurde in Untersuchungen im Kontext der Privatsphäre und den

Umgang mit persönlichen Daten wiederholt berichtet. Dieses Phänomen ist als Privacy Paradox bekannt und wird seit Anfang der 2000er-Jahre intensiv diskutiert und untersucht (vgl. z.B.: Acquisti, 2004; Acquisti & Grossklags, 2005; Barnes, 2006; Norberg et al., 2007). Nachfolgend wird das Phänomen kurz erklärt, exemplarische empirische Ergebnisse werden beleuchtet und anschließend theoretische Erklärungsansätze diskutiert. Für ausführliche Diskussionen dieses Phänomens und mögliche Erklärungen sei beispielsweise auf die Literaturübersichten von Kokolakis (2017) oder Barth und De Jong (2017) verwiesen.

Das Privacy Paradox wird beschrieben als:

„an apparent gap, or dichotomy, between people’s self-reported mental states (attitudes, concerns, desires, etc.) regarding privacy and their actual behaviors“ (Acquisti et al., 2020, S. 749)

Konkret bedeutet dies:

„While users claim to be very concerned about their privacy, they nevertheless undertake very little to protect their personal data.“ (Barth & De Jong, 2017, S. 1038)

Im Allgemeinen beschreibt dieses Phänomen also eine Diskrepanz zwischen der Haltung von Nutzenden digitaler Artefakte zum Schutz ihrer Privatsphäre und ihrem tatsächlichen Verhalten in konkreten Situationen im Hinblick auf die Rolle von persönlichen Daten.

Zu beachten ist, dass das Phänomen auf konzeptioneller Ebene teilweise unterschiedlich charakterisiert wird, sodass etwa verschiedene Operationalisierungen vorgenommen und unterschiedliche Konzepte gemessen werden (siehe: Gerber et al., 2018; Kokolakis, 2017). Dies fängt bei Konzepten wie Privacy Concerns oder Privacy Attitudes sowie Privacy Behaviour oder Privacy Intention an (vgl. Kokolakis, 2017) und reicht bis hin zur uneinheitlichen Bestimmung dessen, worauf sich diese Konzepte konkret beziehen sollen (vgl. Gerber et al., 2018).

In einer Literaturübersicht von Kokolakis werden einige Studien zum Privacy Paradox diskutiert, die Belege für und gegen dieses Phänomen liefern (zur Übersicht siehe Tabellen 1 und 2: Kokolakis, 2017, S. 126). Widerspruchsfrei ist die Evidenzlage zu diesem Phänomen demnach nicht, was sich beispielsweise durch die zuvor diskutierte Kontextabhängigkeit im Konzept der Privacy sowie der Privacy Concerns erklären lassen könnte. Nichtsdestotrotz werden nachfolgend einzelne exemplarische Studien beleuchtet, um das Verständnis des Phänomens zu konkretisieren.

In einer Untersuchung mit Nutzenden von Fitnesstrackern fanden (Vitak et al., 2018) etwa heraus, dass die Privacy Concerns der Nutzenden keinen signifikanten Zusammenhang mit ihrem Verhalten aufweisen, persönliche Fitnessdaten mit anderen Personen oder auf Online-Plattformen zu teilen.

In einem IW-Trends Bericht stellt Engels (2018) eine Studie mit Jugendlichen (14-21 Jahre) vor, in der sie zu Privatsphäre und Datenschutz in sozialen Medien befragt wurden. Die meisten Befragten gaben an, dass sie die Nutzung von Daten über sich kritisch wahrnehmen und Datenschutz als wichtig empfinden. Es zeigt sich jedoch nur bei wenigen ein Privatsphäre schützendes Verhalten (z.B. entsprechende Einstellungen in Anwendungen ändern oder auf die Nutzung bestimmter Dienste verzichten).

Norberg et al. (2007) untersuchten den Zusammenhang zwischen den Intentionen beziehungsweise der Bereitschaft, Daten zu teilen, und dem tatsächlichen Verhalten. Die

Befragungen wurde mit Studierenden durchgeführt. Sie wurden jeweils in einem Szenario kontextualisiert, in dem Studierende durch die Nutzung einer Kreditkarte Rabatte erhalten, dabei jedoch auch an der Marktforschung der Anbietenden teilnehmen würden. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die Teilnehmenden im Szenario signifikant mehr persönliche Daten preisgaben, als sie ursprünglich angegeben hatten teilen zu wollen. In der Studie wurden die wahrgenommenen Risiken oder Konsequenzen der Datenerhebung als ein Einflussfaktor für die Intention oder Bereitschaft, Daten zu teilen, ausgemacht, was jedoch offenbar das tatsächliche Verhalten nicht beeinflusste.

Als Beispiel für eine Studie mit widersprüchlichen Ergebnissen lieferte die Untersuchung von Dienlin und Trepte (2015) Hinweise, die gegen die Diskrepanz im Privacy Paradox sprechen. In einer Onlinebefragung haben sie Personen (15-78 Jahre) zu ihren Privacy Concerns (Sorgen über die eigene Privatsphäre im Online-Kontext), Privacy Attitudes (Einstellungen zum Teilen von persönlichen Informationen), Privacy Intentions (Selbstausskunft darüber, wie viele Informationen man über sich teilen möchte) und Privacy Behavior (Selbstausskunft zum aktuellen Verhalten; z.B. hinsichtlich des Teilens von persönlichen Informationen) befragt. Die Ergebnisse der Studie deuten darauf hin, dass das Privacy Behavior durch die drei anderen Faktoren erklärbar war. Das widerspricht der Annahme des Privacy Paradox und unterstützt vielmehr die Vermutung, dass etwa stärkere Sorgen oder kritischere Einstellungen zu entsprechendem Verhalten führen können.

Die umgekehrte Richtung des Phänomens muss nicht unbedingt stimmen, wie eine Studie zeigt. Colnago et al. (2023) untersuchten diesen umgekehrten Zusammenhang, ob sich also Personen mit einem Privatsphäre schützendem Verhalten auch besorgt hinsichtlich ihrer Privatsphäre sind. Sie fanden, dass sich viele Teilnehmenden regelmäßig so verhielten, als wollten sie ihre Privatsphäre schützen (z.B. durch Maßnahmen zur Einschränkung von Tracking). Diese Teilnehmenden gaben jedoch an, nicht über ihre Privatsphäre besorgt zu sein, und erklärten ihr Verhalten mit anderen Gründen, die nicht direkt mit dem Schutz ihrer Privatsphäre zusammenhingen. Die Studie deutet somit auf eine Komplexität der Gründe für ein Privatsphäre schützendes Verhalten hin.

Die Gründe dafür, dass sich Nutzende bei digitalen Anwendungen im Hinblick auf die Bereitstellung oder Erhebung persönlicher Daten oft nicht entsprechend ihrer Privatsphärebedenken verhalten, sind vielfältig. J. H. Zhang et al. (2024) führten eine Interviewstudie durch, in der sie explorativ Faktoren für diese Diskrepanz untersuchten. Die Teilnehmenden nannten unter anderen, dass ihre Wahl digitaler Anwendungen durch ihre sozialen Kontakte beeinflusst wird (z.B. bei sozialen Netzwerken), ihre Kontrollmöglichkeiten eingeschränkt sind (z.B. durch eine Informationsasymmetrie oder wegen zu hohem Zeitaufwands eines Privatsphäre schützendem Verhaltens) oder sie einen Mehrwert von der Nutzung der digitalen Anwendungen erwarten. Auch hier zeigen sich die Netzwerkeffekte, wie sie zuvor im Rahmen des Ansatzes der Networked Privacy nach Marwick und Boyd (2014) diskutiert wurden.

Als zentrales Problem im Hinblick auf den Schutz der eigenen Privatsphäre in Online-Kontexten führen Acquisti et al. (2020) die Informationsasymmetrien zwischen Nutzenden und Anbietenden an. Diese führen dazu, dass den Nutzenden oftmals unklar bleibt, wie persönliche Daten erhoben, verwendet und weitergegeben werden. Ein weiteres Problem liegt darin, dass die Motivation zum Schutz der eigenen Privatsphäre häufig mit anderen Zielen kollidiert, etwa mit dem Bedürfnis nach sozialer Interaktion mit anderen Personen

und dem Pflegen sozialer Beziehungen (Acquisti et al., 2020). Die Rolle der Informationsasymmetrie zeigte sich auch in einer Studie, in der die im Privacy Paradox beschriebene Diskrepanz bei Personen mit größerem Wissen über Datenpraktiken geringer ausfiel (Arpetti & Delmastro, 2021).

Abgesehen von vermeintlich widersprüchlichen empirischen Ergebnissen ist die Idee des Privacy Paradox nicht kritikfrei. Zum Beispiel kritisiert Solove (2020) die Interpretation des Privacy Paradox, da es aus seiner Sicht auf Fehlannahmen beruht. Er argumentiert, dass beim Privacy Paradox die Sorgen auf einer abstrakten Ebene und das Verhalten bezogen auf der Ebene konkreter Handlungen betrachtet werden. Das Problem ist dabei, dass von spezifischen Handlungen auf allgemeine Sorgen oder Haltungen geschlossen wird – was letztlich als vermeintliche Diskrepanz zu den Privacy Concerns interpretiert wird (vgl. Solove, 2020). Bei der Betrachtung und Diskussion des Privacy Paradox Phänomens sollten diese verschiedenen Abstraktionsebenen beachtet werden. Auch Acquisti et al. (2020) verweisen auf diese Ebenen. Zudem argumentieren sie hinsichtlich der Interpretation des Privacy Paradox, dass es nicht in erster Linie auf eine Gleichgültigkeit zurückzuführen sei, sondern vielmehr auf Barrieren beruht. So fordern sie neben Maßnahmen zur Aufklärung und technischen Veränderungen auch entsprechende Regulierungen, da die Verantwortung für den Schutz der Privatsphäre nicht allein bei den Individuen liegen darf (Acquisti et al., 2020).

Für den Beispielkontext der ddA stellt sich außerdem die Frage, ob eine allgemeine Haltung oder Einstellung, wonach die eigene Privatsphäre in Online-Kontexten wichtig ist, mit den Folgen einer spezifischen Handlung (z.B. das Anklicken von Beiträgen in einem sozialen Netzwerk) in Verbindung gebracht werden kann. Im Sinne des zuvor diskutierten teilweise mangelnden Verständnisses der Datenerhebung und -verarbeitung in alltäglichen ddA (siehe Abschnitt 2.6.1) erscheint dies zumindest fragwürdig – insbesondere dann, wenn nicht einmal erkannt wird, dass während der eigenen Handlungen Daten erhoben werden.

Wie die Literaturübersichten von Kokolakis (2017) und Barth und De Jong (2017) zeigen, gibt es zahlreiche theoretische Ansätze zur Erklärung des Privacy Paradox. Im dem zweiten Literaturübersicht wurden alleine 35 unterschiedliche theoretische Ansätze für das Privacy Paradox identifiziert. Die meisten dieser Ansätze gehen von einer Kosten-Nutzen Abwägung durch das Individuum aus, also einer Entscheidung, die von den erwarteten Konsequenzen für die Privatsphäre sowie den erhofften Vorteilen abhängig ist (Barth & De Jong, 2017). Eine einheitlich theoretische Erklärung beziehungsweise einen Konsens existiert jedoch bislang nicht (vgl. Barth & De Jong, 2017; Kokolakis, 2017). Exemplarisch für einen solchen Ansatz wird nachfolgend die Idee des Privacy Calculus skizziert, die einer solchen Abwägung aus rationalen Gesichtspunkten folgt.

Die grundsätzliche Idee beim Privacy Calculus ist, dass zwischen den Risiken durch das Teilen von persönlichen Daten und den damit verbundenen Vorteilen abgewogen wird (siehe ursprünglich bei: Culnan & Armstrong, 1999) (siehe Weiterentwicklung bei: Dinev & Hart, 2006). Kokolakis beschreibt dies als eine Entscheidung zwischen „the expected loss of privacy and the potential gain of disclosure“ (Kokolakis, 2017, S. 128). Es wird also ein Tausch zwischen persönlichen Daten und dem Nutzen durch die Interaktion mit dem Dienst angenommen. In vielen Alltagssituationen scheinen die Vorteile dabei zu überwiegen (vgl. Barth & De Jong, 2017), wie etwa bei der Nutzung von sozialen Medien, die verschiedene Vorteile versprechen (z.B. Kontakte zu anderen Personen), gleichzeitig aber

persönliche Daten verlangen. Zusammenfassend erklärt dieser Ansatz ein Teilen persönlicher Daten und damit verbundene Akzeptieren der Eingriffe in die Privatsphäre dadurch, dass der erwartete Nutzen höher eingeschätzt wird als die wahrgenommenen Risiken.

In Studien finden sich empirische Belege für diesen Ansatz zur Erklärung des Verhaltens von Individuen hinsichtlich ihres Verhaltens zum Teilen persönlicher Daten. Etwa deutet die Studie von Kezer et al. (2022) darauf hin, dass Teilnehmende laut ihrer Selbstausskunft bereit wären, Daten über sich in Online-Kontexten zu teilen, wenn die erwarteten Vorteile ihre wahrgenommenen Bedenken oder Risiken übersteigen.

Dennoch ist der Privacy Calculus Ansatz nicht unumstritten. So wird etwa die Annahme der rationalen Entscheidung über das Akzeptieren der Erhebung persönlicher Daten aus unterschiedlichen Gründen infrage gestellt. In alltäglichen Interaktionen mit modernen digitalen Artefakten werden die rationalen Entscheidungen angesichts der schnellen Handlungsentscheidungen kritisiert (siehe Diskussion in: Barth & De Jong, 2017, S. 1050f.). Solche Handlungen sind eher als Gewohnheiten oder spontane Handlungen zu verstehen, was die Annahme der Rationalität infrage stellt. Aufbauend auf den Ergebnissen einer Umfrage argumentieren Acquisti und Grossklags (2005), dass ein solches Privatsphäre schützendes Verhalten häufig eher durch begrenztes Verständnis von Risiken und fehlende Handlungsalternativen geprägt ist als durch rationale Abwägungen. Ähnlich argumentieren Matzner et al. (2016, S. 288), dass die Vorstellungen einer bewussten Entscheidung eine Wahlfreiheit und entsprechende Handlungsmöglichkeiten voraussetzt (z.B. Nutzen oder Nicht-Nutzen). In der Praxis bestehen ihnen zufolge jedoch häufig strukturelle und soziale Zwänge, die eine freie Entscheidung erschweren. Abschließend ist anzumerken, dass eine solche Abwägung ein Verständnis über die Datenpraktiken voraussetzt, was – wie zuvor diskutiert (siehe Abschnitt 2.6.1) – oftmals eher gering ist.

Zusammenfassend lässt sich also festhalten, dass häufig eine vermeintliche Diskrepanz zwischen den Intentionen, wie sich Nutzende bezüglich ihrer Privatsphäre und persönlichen Daten verhalten wollen, und ihrem tatsächlichen Verhalten besteht. Ob diese Diskrepanz tatsächlich existiert, ist umstritten. Weiterhin besteht kein Konsens für eine theoretische Erklärung des Phänomens. Im Rahmen dieser Arbeit wird zunächst davon ausgegangen, dass sich Haltungen und Sorgen von Personen bezüglich der Rolle von Daten nicht zwangsläufig im konkreten Verhalten zeigen. Die unterschiedlichen Erklärungsansätze zeigen zudem, dass die Gründe für das Phänomen komplex und vielfältig sein können. Des Weiteren stellt sich die Frage, welchen Einfluss mangelndes Wissen über die Rolle von Daten in ddA beziehungsweise ein Lernen darüber hat. Es scheint, dass Wissen über Datenpraktiken allein nicht unbedingt das Verhalten der Personen beeinflusst. Es spielen stattdessen auch weitere Faktoren eine Rolle, insbesondere scheint das eigentliche Nutzungsziel einen großen Einfluss zu haben. Für Datenbewusstsein ist daher interessant, dass das von Individuen gewünschte Verhalten hinsichtlich der Rolle von Daten und ihr primäres Handlungsziel der Nutzung des ddA durchaus verschieden sein können und somit ein kontextabhängiger Zielkonflikt entstehen kann. Dieser kann dann beispielsweise eine (bewusste oder unbewusste) Aushandlung von Motiven oder Vor- und Nachteilen erfordern, die wohlgemerkt oft nicht rein individuell geprägt ist. Das Konzept Datenbewusstsein sollte daher auch berücksichtigen, wie Nutzende unterstützt werden können, von ihrem eigentlichen Handlungsziel abzusehen, sich stattdessen mit der Rolle von Daten und der möglichen Implikationen von Datenpraktiken zu beschäftigen und schließlich

kontextspezifische, reflektierte Entscheidungen für Interaktionen mit ddA zu treffen. Dies wird später im Rahmen der theoretischen Konzeption von Datenbewusstsein aufgegriffen und weiter ausdifferenziert (siehe Abschnitt 4.3.1; siehe insb. Halt-Stopp-Moment).

2.6.3 Wahrgenommene Handlungsunfähigkeit und Resignation

Die vorherige Diskussion stellte heraus, dass sich der wahrgenommene Wert der eigenen Privatsphäre nicht zwangsläufig im Verhalten der Individuen widerspiegelt, wozu bereits verschiedene Erklärungsansätze vorgestellt wurden. Eine weitere Interpretation dieses Sachverhalts besteht darin, dass Individuen sich als handlungsunfähig wahrnehmen und folglich keine alternativen Handlungsoptionen erkennen. Dieser Aspekt wird in diesem Abschnitt näher beleuchtet.

Die vorherigen Diskussionen gingen vom grundlegenden Ziel aus, dass Nutzende hinsichtlich persönlicher Daten selbstbestimmte Entscheidungen treffen können und eine Handlungsfähigkeit im Sinne von Empowerment und Agency haben. Dies steht im Einklang mit den zuvor genannten Dimensionen und den übergreifenden Zielen von Bildung, insbesondere der informatischen Allgemeinbildung. Es sollte jedoch angemerkt werden, dass für die Handlungsfähigkeit von Individuen hinsichtlich der verschiedenen Dimensionen von Privatsphäre (siehe Diskussion zu Beginn von Abschnitt 2.6.2) unterschiedliche Hürden bestehen. Zum Beispiel entscheiden viele Individuen im Hinblick auf die Erhebung persönlicher Daten abhängig vom Kontext, sodass sie etwa zwischen der Nutzung kommerzieller digitaler Anwendungen und staatlicher Institutionen unterscheiden. In dieser Arbeit liegt der Fokus auf den individuellen Interaktionen mit ddA, bei denen auch kontextspezifische oder soziale Faktoren eine Rolle spielen können. Politisches Engagement zur Veränderung regulatorischer Rahmenbedingungen für ddA stellt hingegen ein eigenständig zu diskutierendes Thema dar – was jedoch nicht bedeutet, dass kollektive Entscheidungen, die systemische Veränderungen ermöglichen, außer Acht gelassen werden sollen.

Neben mangelndem Verständnis für die Rolle von Daten in digitalen Anwendungen (oft: ddA) und der teilweise kritischen, aber folgenlosen Haltungen zu Datenpraktiken und Privatsphäre ergibt sich eine weitere Hürde aus Forschungsergebnissen zur individuellen Handlungsfähigkeit: Dabei geht es darum, dass sich viele Nutzende (darunter auch Schüler:innen) offenbar häufig als handlungsunfähig wahrnehmen. Bemerkungen wie „Die wissen doch eh schon alles über mich“ oder „Ich kann da eh nichts machen“ verdeutlichen diese Wahrnehmung der eigenen Rolle.

Ein solches Phänomen konnte in verschiedenen Untersuchungen festgestellt werden. Zum Beispiel untersuchten Hargittai und Marwick (2016) Vorstellungen von Privatsphäre und entsprechende Erfahrungen in Online-Kontexten bei jungen Erwachsenen (19-35 Jahre). Viele der Teilnehmenden äußerten die Meinung, keine Kontrolle über ihre persönlichen Daten zu haben. Einige beschrieben eine Haltung der Resignation gegenüber dem Schutz ihrer Privatsphäre und gaben an, ihnen fehle es an Fähigkeiten, um daran etwas zu ändern (Hargittai & Marwick, 2016).

Teilnehmende der Studie von Dowthwaite et al. (2020) berichteten ebenfalls, sich auf Online-Plattformen machtlos und ausgeliefert gegenüber den Anbietenden solcher Plattformen zu fühlen, insbesondere im Hinblick auf den Umgang mit den Daten über sie und mögliche Eingriffe in ihre Privatsphäre. Zwar gibt es prinzipiell Möglichkeiten zum Schutz

der Privatsphäre, diese bieten jedoch oftmals nur Schutz gegenüber anderen Nutzenden und nicht gegenüber den Plattformen selbst (vgl. Dowthwaite et al., 2020). Teilnehmende der Studie äußerten den Wunsch nach mehr Transparenz und wollen über die Datenpraktiken mehr lernen.

In einer Befragung zu Privatsphäre und Datenpraktiken in alltäglichen Apps beobachteten Seberger et al. (2021), dass sich viele Teilnehmende bei der Nutzung von Apps hinsichtlich Datenpraktiken unwohl fühlten sowie die Datenpraktiken als notwendigen Preis und unvermeidbar wahrnahmen. Dies führte bei ihnen schließlich zu einer resignierten Nutzung solcher Apps.

Die beschriebenen Studien veranschaulichen die Beobachtung zur wahrgenommenen Machtlosigkeit und Handlungsunfähigkeit (auch Powerlessness genannt), zum Kontrollverlust sowie zur Resignation in Bezug auf die eigene Privatsphäre bei der Nutzung digitaler Anwendungen. In den Studien zeigte sich dies beispielsweise daran, dass die Personen das Gefühl äußerten, keine Handlungsalternativen zu erkennen und daher die Datenpraktiken sowie deren Folgen für ihre Privatsphäre zwangsläufig akzeptieren zu müssen. Solchen Haltungen und Gefühle können letztlich einem mündigen und selbstbestimmten Handeln bezogen auf die eigene Privatsphäre entgegenstehen (vgl. Hoffmann et al., 2024). Die Ursachen für ein solches Gefühl der Machtlosigkeit und Handlungsunfähigkeit sind vielfältig und werden unter anderem auch durch das soziale Umfeld des Individuums beeinflusst (siehe Diskussion um Networked Privacy im Abschnitt 2.6.2). Es wurden verschiedene Konzepte vorgestellt, die versuchen, diese Beobachtungen, Diskussionen und Erklärungen zu diesem Phänomen der Machtlosigkeit und Handlungsunfähigkeit theoretisch zu rahmen und einzuordnen (vgl. zur Einordnung dieses Forschungsfeldes: Draper et al., 2024).

Einige der in diesem Zusammenhang entwickelten Konzepte basieren auf der verbreiteten Theorie der *Learned Helplessness*. Im Hinblick auf menschliches Handeln, beschreibt diese Theorie nach Maier und Seligman (1976), dass Individuen das Gefühl entwickeln (oder „erlernen“), die erwarteten Ergebnisse und Resultate einer Handlung nicht beeinflussen zu können. Das Ergebnis einer Handlung oder der Ausgang einer Situation könnte also als unkontrollierbar wahrgenommen werden. Dies kann etwa Auswirkungen auf motivationale, kognitive und emotionale Dimensionen haben (vgl. Maier & Seligman, 1976). Neben verschiedenen anderen Bereichen wurde das Konzept oder zumindest dessen Idee in verschiedenen Ansätzen für den Kontext von digitalen Technologien und der Privatsphäre adaptiert, weiterentwickelt und dient dort unter anderem als Erklärung für das Privacy Paradox. Dies führte in der Privatsphärenforschung zu einer Vielzahl an theoretischen Konzepten, wie beispielsweise Privacy Apathy (Hargittai & Marwick, 2016; Keen, 2020), Privacy Cynicism (Hoffmann et al., 2024), Privacy Fatigue (Choi et al., 2018), Privacy Helplessness (Cho, 2022), Surveillance Realism (Dencik & Cable, 2017) und Digital Resignation (Draper & Turow, 2019) (für einen Überblick, siehe z.B.: Draper et al., 2024). Einen Überblick über diese verschiedenen Konzepte bietet Abbildung 2.4. Einzelne dieser Konzepte werden nachfolgend näher beleuchtet, um die konzeptionellen Unterschiede zu veranschaulichen und das Phänomen der wahrgenommenen Machtlosigkeit und Handlungsunfähigkeit zu konkretisieren.

Turow und Hennessy (2015) schlagen das Konzept Digital Resignation vor, mit dem beschrieben wird, dass Personen glauben nicht in der Lage zu sein, zu kontrollieren, wer in kommerziellen Kontexten persönlichen Informationen über sie erhebt und verwendet, und sich folglich mit der Situation abfinden. Interessanterweise zeigte ihre Studie zu diesem

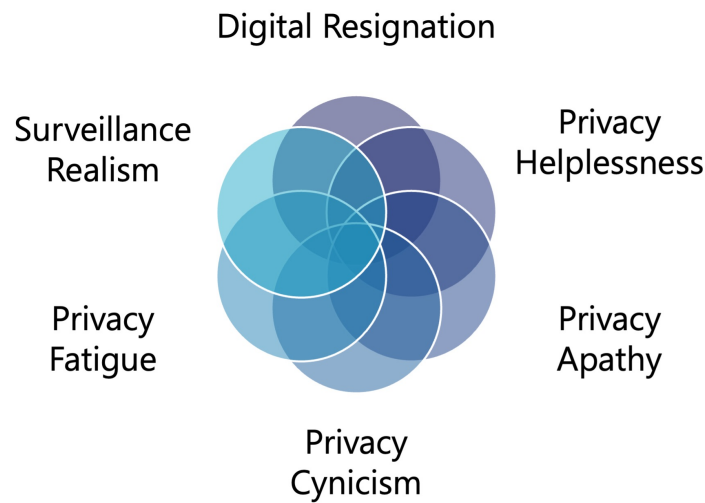


Abbildung 2.4: Übersicht über die verschiedenen Konzepte rund um die empfundene Handlungsunfähigkeit und passiven Haltungen von Personen gegenüber der Rolle von Daten in (datengetriebenen) digitalen Anwendungen

Konzept, dass mehr Wissen über die Datenpraktiken (dort nannten sie es Wissen „how marketers use their information“ (Turow & Hennessy, 2015, S. 17)) mit stärkerer digitaler Resignation einhergeht.

In ähnlicher Weise beschreiben Hargittai und Marwick (2016) die empfundene mangelnde Kontrolle über die persönlichen Daten und so auch ihre Privatsphäre in Online-Kontexten. Dies führt dazu, dass sie den Verlust ihrer Privatsphäre als gegeben und nicht vermeidbar akzeptieren. Sie bezeichnen dies als Privacy Apathy oder Online Apathy. So wird auch in diesem Fall eine resignierte Haltung beschrieben, bei der die mangelnde Kontrolle hingenommen und als unvermeidlich und unausweichlich hingenommen wird. Als bedeutender Faktor für apathische Haltungen diskutieren Hargittai und Marwick (2016) die Rolle der sozialer Aspekte wie etwa soziale Beziehungen zu anderen Personen (siehe Diskussion zum Konzept der Networked Privacy von Marwick und Boyd (2014)).

Das Konzept Privacy Cynicism wird als „attitude of uncertainty, powerlessness and mistrust towards the handling of personal data by online services, rendering privacy protection behavior subjectively futile“ (Hoffmann et al., 2016, S. 5) definiert. Damit beschreiben die Autoren es als einen kognitiven Bewältigungsmechanismus für die Herausforderungen bezüglich des Privacy Paradox. Das Konzept setzt sich aus den Dimensionen der Unsicherheit über die Datenpraktiken, Machtlosigkeit im Schutz persönlicher Daten, Misstrauen gegenüber Anbietenden von Online-Plattformen sowie einer Resignation zur Sinnlosigkeit von Maßnahmen zum Schutz der Privatsphäre zusammen (vgl. Hoffmann et al., 2016; Lutz et al., 2020). In einer Studie zeigte sich insbesondere die Komponente der Machtlosigkeit als größter Faktor für das Privacy Cynicism der Teilnehmenden (Lutz et al., 2020), was darauf hindeuten könnte, dass das Erkennen von Handlungsoptionen und -alternativen ein großes Problem darstellt. Wie auch zuvor bereits genannt, wurden auch in diesem Konzept soziale und kulturelle Kontext berücksichtigt (vgl. Hoffmann et al., 2024).

Bei dem Konzept Privacy Fatigue wird davon ausgegangen, dass die Herausforderun-

gen die eigene Privatsphäre in Online-Kontexten zu schützen mühsam sind, da es etwa schwierig zu kontrollieren sein könnte, wo persönliche Daten erhoben werden und wie sie verwendet werden (Choi et al., 2018). Entscheidungen hinsichtlich der Erhebung persönlicher Daten und der eigenen Privatsphäre zu treffen werden nach diesem Konzept als überfordernd und kompliziert beschrieben. Choi et al. (2018) konzeptionalisieren Privacy Fatigue als Cynicism (eine Haltung aus Frustration und Hoffnungslosigkeit) und Emotional Exhaustion (emotionaler Erschöpfungszustand). Die Ergebnisse der Studie von Choi et al. (2018) zeigen, dass Privacy Fatigue in diesem Sinne dazu führt, dass Individuen mehr persönliche Daten im Online-Kontext teilen und sich weniger mit den Datenpraktiken und deren Auswirkungen auf die Privatsphäre beschäftigen.

Zusammenfassend lässt sich zum Phänomen der wahrgenommenen Handlungsunfähigkeit oder auch die resignierten Haltungen festhalten, dass Nutzende von ddA in Bezug auf ihre Privatsphäre sowie die Erhebung und Verarbeitung persönlicher Daten häufig einen Kontrollverlust wahrnehmen. Sie nehmen diese Situationen als unvermeidbar, alternativlos und unveränderbar wahr (siehe insb. die Konzepte der Digital Resignation und Privacy Apathy). Darüber hinaus zeigen Nutzende Unsicherheiten hinsichtlich der Rolle von Daten und erkennen häufig keine Handlungsoptionen, die den eigenen Interessen und Motiven entsprechen würden, und die Wirksamkeit ihrer Handlungen ist für sie unklar (siehe insb. das Konzept der Privacy Cynicism). Ergänzend zeigt sich bei Nutzenden, dass sie sich überfordert fühlen, sich mit den Datenpraktiken und dem Schutz ihrer Privatsphäre zu beschäftigen, und daraus folgend frustriert sind (siehe insb. das Konzept der Privacy Fatigue). Insgesamt geht es bei diesen Konzepten somit neben kognitiven Aspekten insbesondere auch um affektive Haltungen und Einstellungen der Individuen.

Die diskutierten Konzepte deuten darauf hin, dass Nutzende von ddA häufig eine passive Rolle einnehmen und den Versuch, sich mit der Erhebung und Verarbeitung von Daten über sie zu beschäftigen und ihre Privatsphäre zu schützen, als sinnlos erachten. Solche Haltungen, wie sie hier beschrieben wurden, stehen durchaus mit den allgemeinbildenden Zielen im Konflikt (z.B. Selbstbestimmung und Mitbestimmung). Ein allgemeinbildendes Lernen über ddA, wie es das Konzept Datenbewusstsein umsetzen soll, muss demnach die alltäglichen Perspektiven der Schüler:innen adressieren, die beispielsweise solchen passiven und resignierten Haltungen gleichen können, und versuchen Schüler:innen zu motivieren und zu befähigen, sich mit der Rolle von Daten in alltäglichen ddA zu beschäftigen und Handlungsmöglichkeiten zu erkennen statt die digitalen Anwendungen einfach nur zu benutzen. Für das Konzept Datenbewusstsein kann daher festgehalten werden, dass es ein Verständnis über die Rolle von Daten fördern sollte, was den Schüler:innen dabei hilft, Handlungsoptionen zu erkennen und die Wirkungen (u.a. auch technischen Auswirkungen) ihrer Handlungen in Interaktionen mit ddA zu verstehen. Darüber hinaus sollte Datenbewusstsein unterstützen, dass Schüler:innen die Rolle von Daten und die Gestaltung von ddA nicht als unveränderbar und gegeben wahrnehmen, sondern erkennen, dass diese auch anders sein können und sie einen Einfluss darauf haben. Schließlich sollte das Konzept Datenbewusstsein dazu beitragen, dass es Schüler:innen einen Zugang bietet, sich mit der Rolle von Daten in alltäglichen ddA zu beschäftigen. Dies wird in dem Konzept Datenbewusstsein aufgegriffen und unter anderem im Rahmen der Zielsetzungen und theoretischen Konzeption konkretisiert (siehe Abschnitt 4.3.1).

Im Kontext der diskutierten Phänomene der wahrgenommenen Handlungsunfähigkeit und Resignation könnte die Meinung vertreten werden, dass Schüler:innen selbst dafür ver-

antwortlich seien – schließlich entscheiden sie eigenständig, ob sie etwa Cookies akzeptieren oder sich bei einer Online-Plattform registrieren. Die vorliegende Arbeit vertritt jedoch die Position, dass Schüler:innen befähigt werden sollten, für sich (möglichst) informierte Entscheidungen zu treffen, sich mit Datenpraktiken und deren Folgen zu beschäftigen und für ihren Standpunkt einzustehen. Dies soll dazu beitragen, dass sie zu technologischen Veränderungen beitragen können (z.B. durch Teilhabe an gesellschaftlichen Diskursen oder Veränderungen innerhalb der Peer-Group). Dabei wird Verantwortung nicht als rein individuelle Aufgabe, sondern als kollektive Aufgabe verstanden, wobei Individuen eine Mitverantwortung haben (so wie etwa auch argumentiert in: Matzner et al., 2016; Obar, 2015; Vedder, 2011). Eine ähnliche Position findet sich etwa im Diskurs zu BNE, denn ein einzelnes Individuum wird wohl kaum allein Nachhaltigkeit verbessern oder den Klimawandel bewältigen, aber(!) alle Individuen können einen Beitrag dazu leisten.

2.6.4 Rückbezug von Lernen über Daten und ddA in alltägliche Situationen

Zuvor wurden bereits verschiedene Zielsetzungen angesprochen, wie etwa Schüler:innen zu befähigen, in alltäglichen Interaktionen mit ddA eine selbstbestimmte und mündige Handlungsfähigkeit zu entwickeln. Solche Zielsetzungen setzen unter anderem voraus, dass Schüler:innen ihre Lernerfahrungen aus dem Unterricht mit ihren alltäglichen Situationen in Verbindung bringen sowie dort anwenden können (siehe die Eingangsdiskussion im Zusammenhang mit Abbildung 1.1). Angesichts der zuvor diskutierten Studienlage im Hinblick auf die drei vorherigen Themenbereiche – mangelndes Verständnis für die Rolle von Daten, Sorgen und Verhalten hinsichtlich Privatsphäre und die wahrgenommene Handlungsunfähigkeit – stellt sich jedoch die Frage, ob Schüler:innen das Lernen über Daten, ddA oder auch ML mit alltäglichen Situationen in Verbindung bringen können und dort das Gelernte anwenden werden. Zum Beispiel könnten resignierte Haltungen dazu führen, dass Schüler:innen sich trotz Lernen über ddA im Unterricht im Alltag mit solchen Technologien nicht mehr auseinandersetzen als zuvor. Die Rückbindung des Gelernten aus dem Unterricht in alltägliche Situationen wird in diesem Abschnitt näher betrachtet; in Abbildung 1.1 ist dies anknüpfend an die Eingangsdiskussion in Abschnitt 1.2 visualisiert. Dafür werden nachfolgend insbesondere zwei Fragen diskutiert: (1) Können Schüler:innen zu den Konzepten, die sie im Unterricht über Daten und ddA lernen, einen persönlichen Bezug herstellen und eine Bedeutung für ihren Alltag erkennen? (2) Wenn Schüler:innen etwas über Daten und ddA wissen oder gelernt haben, führt dies dann zu mehr Handlungsfähigkeit in alltäglichen Situationen? Im Hinblick auf diese beiden Fragen werden nachfolgend Studien diskutiert.

Persönlicher Bezug zu Konzepten zu Daten und ddA In einer Studie mit Schüler:innen aus dem Biologieunterricht wurde untersucht, welches Verständnis Schüler:innen vom Datenbegriff haben und welche Bedeutung Daten für sie haben (Gebre, 2018). Fast keiner der Schüler:innen stellte dabei einen Bezug zu ihren alltäglichen Interaktionen mit ddA her oder war sich dessen bewusst, dass im Alltag über sie selbst Daten erhoben werden. Ihre Beschreibungen und Erklärungen von Daten beschränkten sich vor allem auf Daten, die in Umfragen oder Experimenten erhoben werden oder in Grafiken und Diagrammen zu sehen sind, sie stellten allerdings keinen persönlichen Bezug her. Gebre (2018)

2.6 ERFASSUNG VON SCHÜLER:INNENPERSPEKTIVEN

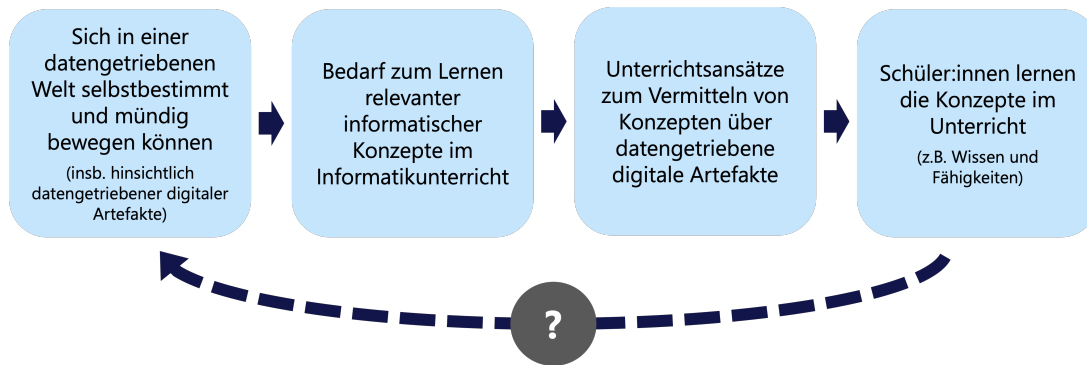


Abbildung 2.5: In Anknüpfung an Abbildung 1.1 stellt sich die Frage, ob die Rückbindung des Gelernten über ddA und die Rolle von Daten in den Alltag tatsächlich (erfolgreich) funktioniert.

fragte darüber hinaus, welche Auswirkungen Daten haben können. Auch dabei stellten nur drei der 27 Schüler:innen einen Bezug zu ihrem Alltag her, alle anderen beschrieben lediglich, dass Wissen und Theorien mit Daten begründet werden und Argumente und Entscheidungen auf Daten beruhen können. Der Autor interpretierte die Ergebnisse so, dass die meisten Schüler:innen ihre „role as sources of data“ (Gebre, 2018, S. 399) und entsprechende Implikationen durch Datenpraktiken nicht wahrnehmen.

Eine Studie von Bowler et al. (2017) zeigte ähnliche Ergebnisse. Sie fanden, dass die Schüler:innen beim Begriff der Daten in erster Linie an Zahlen, Statistiken oder Ähnliches dachten, jedoch in der Regel keinen Bezug zu persönlichen Daten herstellten. Für sie erscheinen Daten also eher als ein abstraktes Konzept, das wenig mit ihren alltäglichen Interaktionen mit ddA zu tun hat. So berichten die Autoren zudem, dass es den meisten schwerfällt, das Konzept Daten auf einer konkreten, persönlichen Ebene zu greifen.

Im Hinblick auf das Lernen über ML berichteten Vartiainen et al. (2021a) über ihre Studie, dass ihre Intervention über ML dazu beitragen konnte, dass die Schüler:innen in der Lage waren, eigene ML-Anwendungen in einem Co-Design Prozess zu entwickeln und grundlegende Konzepte von ML zu verstehen. Sie beobachteten aber: „it was less successful in raising children’s critical stance toward ML-driven services and data-driven practices of their everyday life“ (Vartiainen et al., 2021a, S. 10). Ein Verständnis für ML-Konzepte geht demnach nicht zwangsläufig damit einher, dass die Schüler:innen einen Bezug zu ihren eigenen Interaktionen mit ddA herstellen und diese alltäglichen Situationen reflektieren.

Zusammenhang zwischen Verständnis und Handlungsfähigkeit Sollten nun Schüler:innen einen Bezug zwischen dem im Unterricht Gelernten und ihren alltäglichen Interaktionen mit digitalen Anwendungen herstellen können, so stellt sich weiterhin die Frage, ob dies auch ihre Handlungsfähigkeit unterstützt – etwa im Sinne einer geringeren wahrgenommenen Handlungsunfähigkeit oder weniger Resignation.

Bilstrup et al. (2022) zielen bei ihrer Intervention darauf ab, einen persönlich bedeutsamen Bezug zu Daten fördern. Dabei lernten die Schüler:innen (14-15 Jahre) etwas über Datenpraktiken (z.B. in sozialen Medien) und diskutierten diese. Dies konnte allerdings nicht dazu beitragen, dass sie das Gefühl einer Machtlosigkeit im eigenen Alltag hinsichtlich der Datenpraktiken überwinden konnten; sie fühlten sich dennoch nicht in der Lage etwas in ihrer alltäglichen Nutzung digitaler Anwendungen zu ändern (Bilstrup et al.,

2022). Ein Verständnis für Datenpraktiken in alltäglichen Technologien führt offenbar nicht unbedingt zum Nachdenken über und zur Reflexion über alltägliche Interaktionen mit ddA und trägt somit nicht unbedingt zur Förderung von Handlungsfähigkeit bei. Das Lernen über Daten hilft demnach eventuell nicht per se Gestaltungsoptionen für diese Interaktionssysteme zu erkennen.

In einer empirischen Untersuchung zum Konzept der Digital Resignation fanden Turow und Hennessy (2015), dass mehr Wissen über die Datenpraktiken mit mehr Resignation bezüglich persönlicher Daten und der eigenen Privatsphäre einhergeht – und nicht umgekehrt, wie eigentlich zu vermuten wäre. Das Vermitteln von Wissen über die Rolle von Daten und deren Implikationen für die Privatsphäre könnte demnach unter Umständen auch gegenteilige Effekte einer Verstärkung der wahrgenommenen Handlungsunfähigkeit haben.

Das Vermitteln von Verhaltensweise zum Schutz der eigenen Privatsphäre (z.B. Hinweise zu konkreten Einstellungen in digitalen Anwendungen) allein kann sicher auch keine Lösung zur Förderung selbstbestimmter Handlungsfähigkeit sein – abgesehen vom fragwürdigen Bezug zu Bildungszielen (z.B. zur Selbstbestimmung) und davon, dass in dieser Arbeit eine Handlungsfähigkeit auf informiertes und reflektiertes Handeln abzielt und nicht auf das Umsetzen vorgegebener Handlungsmöglichkeiten. So berichteten Srivastava et al. (2023) zu ihrer Studie, dass Schüler:innen (13-16 Jahre) nach einer solchen Intervention kein verändertes Verhalten im Hinblick auf den Schutz ihrer Privatsphäre zeigten – verglichen mit Schüler:innen, die nicht an der Intervention teilgenommen hatten. Das Kennen von Handlungsoptionen allein dürfte demnach offenbar nicht ausreichen, um tatsächlich eine Handlungsfähigkeit zu fördern. Zudem stellt sich die Frage nach den Effekten gelernter Handlungsweisen, da Schüler:innen in der Intervention Verhaltensweisen umsetzten, mit denen sie noch mehr persönliche Daten preisgaben (z.B. bewusstes Liken von Beiträgen in sozialen Netzwerken) (siehe: Srivastava et al., 2023). Dies könnte darauf hinweisen, dass die Schüler:innen zwar Verhaltensweisen gelernt haben, ohne deren Bedeutung und Wirkung auf das digitale System tatsächlich zu verstehen.

In einer Studie mit Studierenden untersuchten Stubenvoll und Binder (2024), inwiefern Interventionen zur Förderung von Wissen über Datenpraktiken einen Einfluss auf das Verhalten haben. In ihren Interventionen integrierten sie neben Inhalten zu prozeduralem Wissen (ähnlich wie bei Srivastava et al. (2023)) auch Inhalte zu deklarativem Wissen und stellten diesbezüglich mehrere Vergleiche von Gruppen verschiedener Interventionen an. Sie fanden, dass das Wissen über Datenpraktiken keinen Effekt auf das teilweise selbstberichtete und teilweise aus bereitgestellten Nutzungsdaten abgeleitete Verhalten der Teilnehmenden bezogen auf persönliche Daten und deren Bereitstellung bei der Nutzung digitaler Anwendungen hatte (vgl. Stubenvoll & Binder, 2024). Die Teilnehmenden konnten demnach das Wissen über Datenpraktiken nicht mit ihrem alltäglichen Verhalten in Verbindung bringen und zogen keine Schlussfolgerungen für ihr Handeln im Sinne ihrer Bedürfnisse und Sorgen.

Mit dem Ansatz des Conditional Empowerment argumentieren Seberger et al. (2021), dass Bemühungen zur Förderung von Empowerment zum Schutz der eigenen Privatsphäre und so zur Bewältigung einer digitalen Resignation ironischerweise zu einer Verstärkung von Resignation und passivem Hinnehmen der Datenpraktiken führen können. In ihrer Befragung beobachteten die Autoren, dass die Teilnehmenden, die zumindest wenig Verständnis von Datenpraktiken in digitalen Anwendungen haben (z.B. Tracking), diese

Datenpraktiken dennoch als unvermeidbar ansahen, gleichwohl sie ein Unwohlsein mit dieser Situation äußerten. Diese Studie zeigt insgesamt, dass affektive Dimensionen eine wichtige Rolle bei der Wahrnehmung einer Handlungsunfähigkeit spielen können. Dies unterstreicht, dass ein Vermitteln von Wissen über Datenpraktiken nicht zwangsläufig zu mehr Handlungsfähigkeit in alltäglichen Interaktionen mit ddA führt.

Ein ähnliches Ergebnis zeigt sich in einer weiteren Studie von Seberger et al. (2022), in der sie unter anderem den Einfluss von Verständnis für die Datenerhebung durch digitale Anwendung auf das Nutzungsverhalten untersuchten. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass ein besseres Verständnis sogar dazu führen kann, dass digitale Anwendungen, die persönliche Daten erheben und in ihre Privatsphäre eingreifen, weiterhin genutzt werden. Zu wissen, welche Daten in einer Interaktion mit einem digitalen Artefakt erhoben werden, scheint demnach nicht unbedingt dazu zu führen, dass Nutzende ihr Interaktionsverhalten kritisch hinterfragen oder anpassen. Der Einfluss auf Phänomene der wahrgenommenen Handlungsunfähigkeit oder der Resignation bleibt womöglich entsprechend gering.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Schüler:innen beim Lernen über ddA unterstützt werden sollten, konkrete Bezüge zu ihren alltäglichen Erfahrungen mit ddA herzustellen und das Gelernte dafür relevant und nutzbar ist. Darüber hinaus sollte beachtet werden, dass beim Lernen über ddA auch versucht werden muss, Zugänge zu mehr Handlungsfähigkeit im Alltag zu bieten. Das bedeutet jedoch nicht, dass sie konkrete Handlungsoptionen lernen und vorgegeben bekommen – dies würde sogar gegen die zuvor beschriebenen Bildungsziele sprechen. Insgesamt zeigt sich, dass viele Nutzende von ddA – mit oder ohne entsprechendes Wissen – eher passive Rolle einnehmen und nicht unbedingt selbstbestimmte und mündige Interaktion mit ddA anstreben, sondern verfolgen lediglich ihre eigentlichen Handlungsziele in diesen Interaktionen. Für Datenbewusstsein wäre demnach wichtig, nicht nur auf die Vermittlung von Wissen und Fähigkeiten zu achten, in der Hoffnung, dass dies automatisch zu den allgemeinbildenden Zielen wie der Selbstbestimmung und Handlungsfähigkeit beiträgt. Stattdessen sollten diese Ziele und die Rückbindung in den Alltag explizit adressiert werden. Vor diesem Hintergrund wird im Konzept Datenbewusstsein neben einer theoretischen Konzeption ebenfalls ein didaktischer Ansatz entwickelt. Dieser zielt unter anderem darauf ab, nicht nur nicht nur Verständnis für ddA zu fördern, sondern Schüler:innen dabei zu unterstützen, darin eine Bedeutsamkeit für den eigenen Alltag zu erkennen und eine Handlungsfähigkeit zu entwickeln. Dies wird im weiteren Verlauf dieser Arbeit weiter ausdifferenziert und empirisch untersucht (siehe insbesondere Kapitel 4).

Insgesamt wurden in diesem Abschnitt vier Themenbereiche diskutiert: (1) Bewusstsein von und Verständnis über Datenpraktiken, (2) Haltungen zu Datenpraktiken und Privatsphäre, (3) Wahrgenommene Handlungsfähigkeit und Resignation und (4) Rückbezug des Lernens über Daten und ddA in alltägliche Situationen. Zusammengenommen verdeutlichen diese Themenbereiche eine Notwendigkeit zur Förderung von Datenbewusstsein. Bei den Diskussionen wird insbesondere die Herausforderung ersichtlich, Schüler:innen zu befähigen, ddA in ihrem Alltag zu verstehen und gleichzeitig eine selbstbestimmte und mündige Handlungsfähigkeit in alltäglichen Interaktionen mit ddA zu entwickeln. Daraus ergibt sich die Frage, wie Informatikunterricht gestaltet werden kann, dass Schüler:innen für alltäglichen Situationen, in denen sie mit ddA interagieren, bedeutsam lernen und

wie sie ihre Erkenntnisse aus dem Unterricht im Alltag anwenden können. Darüber hinaus stellen sich die Fragen, was eine Handlungsfähigkeit im Sinne der zuvor diskutierten Bildungsziele konkret umfassen könnte und wie eine solche Handlungsfähigkeit gefördert werden kann.

In dieser Arbeit wird mit dem Konzept Datenbewusstsein eine Antwort auf diese Notwendigkeiten und Fragen entwickelt. Welche Rolle der Begriff Bewusstsein in diesem Zusammenhang spielt, wird im folgenden Abschnitt als Abschluss dieses Kapitels näher erläutert.

2.7 Zusammenführung zu einem Bedarf für Datenbewusstsein

In diesem Kapitel wurde unter anderem das dieser Arbeit zugrunde liegende Bildungsverständnis dargelegt und die eingenommene informatikdidaktische Perspektive in Orientierung an den theoretischen Hybrides Interaktionssystem (HIS)-Rahmens erklärt. Zudem wurde ein didaktischer Bedarf für das Lehren und Lernen über ddA aufgezeigt, nach dem Schüler:innen im Informatikunterricht etwas über ddA lernen sollten, was ihnen in alltäglichen Interaktionen mit ddA hilft, eine selbstbestimmte und mündige Rolle einzunehmen, sich in der datengetriebenen Welt zu orientieren und kompetent bewegen zu können sowie diese aktiv mitzugestalten.

Neben den beschriebenen allgemeinbildungsorientierten Zielsetzungen als Ausrichtung des Konzepts soll die Förderung von Datenbewusstsein im Sinne einer bildungsorientierten Betrachtung der Transformation von Selbst- und Weltsichten abzielen. Ziel ist es, dadurch eine selbstbestimmte und mündige Handlungsfähigkeit in einer digitalen, datengetriebenen Welt zu unterstützen. In der vorliegenden Arbeit wird die These aufgestellt, dass das Vermitteln von Selbst- und Weltsichten beziehungsweise entsprechender Deutungs- und Orientierungsrahmen (Frames) dazu beitragen kann, dass Schüler:innen ihre alltäglichen Interaktionen mit ddA wahrnehmen, verstehen und auf dieser Basis eine Handlungsfähigkeit entwickeln. Dabei wird davon ausgegangen, dass es entsprechende Deutungs- und Orientierungsrahmen gibt, die vor diesem Hintergrund im Sinne von Welt- und Selbstsichten helfen können. Die Erarbeitung eines solchen Frames beziehungsweise einer solchen Sichtweise ist Teil der Konzeptentwicklung und wird in den nachfolgenden Kapiteln beschrieben.

Nun stellt sich jedoch die Frage, warum der Begriff *Datenbewusstsein* gewählt wurde. Bewusstsein hängt damit zusammen, die Aufmerksamkeit auf etwas zu richten, wie nachfolgend näher erläutert wird. Die Aufmerksamkeit auf die eigene Rolle in Interaktionen mit ddA (i.S. der Selbstsicht) und die Umgebung in diesen Interaktionssystemen wie etwa auf die Rolle von Daten (i.S. der Weltsicht) zu richten, hängt schließlich mit den verfügbaren Deutungs- und Orientierungsrahmen zusammen. Der Begriff Datenbewusstsein soll somit betonen, dass Schüler:innen neue Deutungs- und Orientierungsrahmen erlernen, mit denen sie die Interaktionssysteme mit ddA verstehen und reflektieren sowie eine Handlungsfähigkeit entwickeln können. Die Wahl des Bewusstseinsbegriffs folgt in diesem Zusammenhang der bildungsorientierten Ausrichtung des Konzepts, in der es Schüler:innen zu mehr Handlungsfähigkeit und aktiveren Rollen in alltäglichen Interaktionen mit ddA befähigen soll. Zur konkreteren Erklärung und Einordnung der Begrifflichkeiten

sollen daher in den nachfolgenden Absätzen kurz die Konzepte der Aufmerksamkeit und des Bewusstseins näher erläutert werden.

2.7.1 Bedeutung von Aufmerksamkeit und Bewusstsein

Der Begriff Bewusstsein hängt eng mit dem der Aufmerksamkeit zusammen. Daher wird zunächst Letzteres erklärt, bevor anschließend der Begriff Bewusstsein eingeführt wird.

In der Regel nimmt ein Mensch seine Umwelt wahr (für detailliertere Erklärungen zu Wahrnehmung siehe etwa: Becker-Carus & Wendt, 2017b; Hagendorf et al., 2011). Zustände wie Bewusstlosigkeit, Schlaf oder ähnliche Ausnahmen bleiben an dieser Stellen unberücksichtigt. Stattdessen liegt der Fokus auf aktiven Bewusstseinszuständen, wie etwa bei der bewussten Interaktion eines Menschen mit ddA vorliegen. Wahrnehmung beginnt mit Reizen, die von den Sinnessystemen aufgenommen werden (z.B. visuelle Reize), woraus eine Repräsentation des Wahrgenommenen entsteht und schließlich weiterverarbeitet wird (vgl. Becker-Carus & Wendt, 2017b). So nehmen Menschen eine Vielzahl von Informationen durch ihre Sinnessysteme auf, die aufgrund der Menge an Reizen jedoch nicht alle gleichzeitig verarbeitet werden können. Die Wahrnehmung muss daher dafür sorgen, dass nur ein Teil der möglichen Reizinformationen aufgenommen und verarbeitet wird – idealerweise diejenigen, die in der jeweiligen Situation relevant sind. In diesem Zusammenhang kommt der Begriff der Aufmerksamkeit eines Menschen ins Spiel. Die Aufmerksamkeit veranschaulichen Becker-Carus und Wendt (2017a) mit der Analogie eines Scheinwerfers, dessen Licht gezielt auf bestimmte Aspekte gerichtet wird, sodass eine Selektion erfolgt. Diese Analogie hilft bei der Erklärung des Begriffs der Aufmerksamkeit. Hagendorf et al. definieren Aufmerksamkeit wie folgt:

„Mit Aufmerksamkeit werden Prozesse bezeichnet, mit denen wir Informationen, die für aktuelle Handlungen relevant sind, selektieren bzw. irrelevante Informationen deselektieren. Selektion beeinflusst die Wahrnehmung (Selektion für die Wahrnehmung) und die Handlungsplanung und -ausführung (Selektion für die Handlungskontrolle) und umgekehrt.“ (Hagendorf et al., 2011, S. 8)

Im Zentrum steht somit die Auswahl von Informationen, auch selektive Aufmerksamkeit genannt, die vom Menschen wahrgenommen und verarbeitet werden. Unter Verwendung des Bewusstseinsbegriffs und der Analogie des Scheinwerfers beschreiben Becker-Carus und Wendt (2017a) den Begriff der selektiven Aufmerksamkeit wie folgt:

„Bedeutet, Konzentration des Bewusstseins auf immer nur einen bestimmten (eng) begrenzten Aspekt all unseres Erlebens (wie im Licht eines Scheinwerfers) und andere Teile der Information zu ignorieren.“ (Becker-Carus & Wendt, 2017a, S. 198)

Das bedeutet also, dass die Aufmerksamkeit eine gezielte Selektion von Informationen ermöglicht, sodass eine für das Gehirn verarbeitbare Menge an relevanten Informationen wahrgenommen und verarbeitet wird. Wie ein Scheinwerfer lenkt der Mensch dabei, welche Informationen der Umgebung oder des Erlebens erfasst und verarbeitet werden sollen. Bevor im Weiteren betrachtet wird, wie eine solche Ausrichtung oder auch Fokussierung der Aufmerksamkeit erfolgt, soll zunächst der bereits verwendete Begriff des Bewusstseins näher erläutert werden, der in engen Zusammenhang mit der Aufmerksamkeit steht.

Der Begriff *Bewusstsein*⁸ wird sehr unterschiedlich verwendet, wie Kiefer erklärt:

„Der Begriff „Bewusstsein“ verweist auf recht unterschiedliche psychische Phänomene: Grade der Wachheit (Vigilanz, Schlaf, Koma etc.), Erlebnisqualität der Sinnesempfindungen interner oder externer Reize, Gewahrsein der eigenen Person (Selbst-Bewusstsein), Kontrollierbarkeit von Gedanken und Handlungen, eine moralische oder politische Einstellung („richtiges“ oder „falsches“ Bewusstsein“) (Kiefer, 2024, S. 184).

Den Versuch, den Begriff Bewusstsein zu charakterisieren, unternehmen Becker-Carus und Wendt mit folgender Erklärung:

„Bewusstsein bezeichnet: das wache Wissen um unser Erleben, um geistige und seelische Zustände, Wahrnehmungen und Gedanken sowie das Aufmerken auf einzelne Erlebnisse und andererseits das wache Wissen um unser von uns kontrolliertes und initiiertes Handeln. Bewusstsein wird auch definiert als: die Gesamtheit der unmittelbaren Erfahrung, die sich aus der Wahrnehmung von uns selbst und unserer Umgebung, unseren Kognitionen, Vorstellungen und Gefühlen zusammensetzt“ (Becker-Carus & Wendt, 2017a, S. 223).

Bewusstsein bezieht sich demnach immer auf etwas, wie beispielsweise auf das Wahrgenommene oder Gedankeninhalte. Dasjenige, worauf sich das Bewusstsein bezieht, wird als Bewusstseinsinhalt bezeichnet, also das jenes Objekt, das einer Person (Subjekt) bewusst ist (siehe: Becker-Carus & Wendt, 2017a, S. 223ff.). Als Beispiel kann einem Nutzenden (Subjekt) als Bewusstseinsinhalt etwa die Rolle von Daten in einem Interaktionssystem mit einem ddA oder auch die eigene Rolle in einem solchen Interaktionssystem bewusst sein. Die Inhalte, derer sich das Subjekt zu einem bestimmten Zeitpunkt nicht (mehr) bewusst ist, können im Rahmen des Unterbewusstseins verortet werden (vgl. Becker-Carus & Wendt, 2017a, S. 225).

Nach aktuellen Erkenntnissen geht die Psychologie davon aus, dass Bewusstseinsinhalte durch die Aufmerksamkeit gesteuert werden (vgl. Becker-Carus & Wendt, 2017a). Zumindest ist klar, dass Aufmerksamkeit für Bewusstsein sehr bedeutsam ist (Kiefer, 2024). Das bedeutet, das was uns in einer bestimmten Situation bewusst ist hängt wesentlich davon ab, worauf wir unsere Aufmerksamkeit richten – unabhängig davon, wodurch diese Ausrichtung der Aufmerksamkeit ausgelöst wurde.

Nach der vorherigen Definition von Bewusstsein geht es also unter anderem um das bewusste Wahrnehmen unseres Selbsts und unserer Umgebung. Auch wenn Bewusstseinsinhalte eher situativ zu verstehen sind, bietet dies eine Anknüpfung an die zuvor eingeführten Selbst- und Weltsichten aus dem Kontext des Bildungsverständnisses (siehe etwa Abschnitt 2.2.1). Sich mit Selbst- oder Weltsichten auseinanderzusetzen, sie in einer Situation bewusst zu wählen und darauf basierend die Aufmerksamkeit auf bestimmte Aspekte zu lenken, steht in direktem Zusammenhang mit dem Konzept Bewusstsein.

In der Philosophie und Psychologie werden verschiedene Formen von Bewusstsein unterschieden. Eine vielfach verwendete Kategorisierung stammt von Block (1995). Unter anderem beschreibt er als eine Form das phänomenale Bewusstsein (phenomenal consciousness), was sich auf das subjektive Erleben und Erfahren von „sensations, feelings,

⁸In der internationalen Literatur wird Bewusstsein teils mit Awareness, teils mit Consciousness übersetzt, wobei beide Begriffe mitunter unterschiedlich verstanden oder voneinander abgegrenzt werden.

and perceptions, but I would also include thoughts, desires, and emotions“ (Block, 1995, S. 230) bezieht. Es geht also beispielsweise um Sinneswahrnehmungen oder Gefühle bei einem Reiz, wie einem Geräusch. Diese Form von Bewusstsein ist als Gegenteil der Bewusstlosigkeit zu verstehen. Der Begriff des Bewusstseins wird etwa in der Psychologie oft in dieser Bedeutung verwendet (vgl. Kiefer, 2024). Eine weitere Art von Bewusstsein ist nach Block (1995) das Zugriffsbewusstsein (access-consciousness). Damit beschreibt er den Fall, wenn Repräsentationen eines Inhalts für kognitive Prozesse nutzbar sind. Konkret bezieht er sich dabei etwa auf Prozesse wie Schlussfolgerungen, Argumentationen, Handlungen und Sprache (vgl. Block, 1995, S. 231). Hierbei geht es zentral um mentale Repräsentationen, die das Individuum nutzt. In diesem Verständnis spielt Bewusstsein eine wichtige Rolle dafür, sich mit einem Inhalt (z.B. der Rolle von Daten in einem ddA) zu beschäftigen oder bestimmte Handlungen gezielt zu steuern. Kiefer (2024) ordnet das Zugriffsbewusstsein insbesondere kontrollierten Prozessen zu, also jene die beispielsweise intentional geleitet sind, und weniger den unbewussten oder automatisierten Prozessen wie Gewohnheitshandlungen. Weiterhin beschreibt Block (1995) die Form des Selbstbewusstseins (self-consciousness), was sich auf das eigene Selbst und dem eigenen Verhältnis dazu beschäftigt. Es ist verwandt mit dem Konzept des Selbstkonzepts (vgl. Kiefer, 2024). Die vierte Form ist das Monitoring-Bewusstsein (monitoring-consciousness), was Block (1995) als reflexives Bewusstsein beschreibt, das sich etwa auf das Bewusstsein darüber bezieht, was man denkt, fühlt oder handelt. Es umfasst innerer Wahrnehmung, Selbstüberwachung sowie metakognitive Gedanken.

Datenbewusstsein lässt sich grundsätzlich mit mehreren dieser Formen von Bewusstsein in Verbindung bringen. Hervorzuheben ist dabei das Zugriffsbewusstsein, wenngleich auch das Monitoring-Bewusstsein und das Selbstbewusstsein in diesem Zusammenhang eine Rolle spielen. Das Zugriffsbewusstsein ist für Datenbewusstsein zentral, da es etwa primär darauf abzielt, die Aufmerksamkeit auf bestimmte Aspekte der Umgebung zu richten, diese wahrzunehmen und mentale Repräsentationen zu entwickeln. Dieses Bewusstsein kann dann als Grundlage für weitere Gedanken, Abwägungen, Entscheidungen oder Handlungen des Individuums dienen. Mit dieser Idee ergibt sich für Datenbewusstsein, dass Schüler:innen eine mentale Repräsentation der Interaktionssysteme mit ddA und der Rolle von Daten darin entwickeln und auf diesen Bewusstseinsinhalte direkt als Grundlage für Schlussfolgerungen, Gedanken und Handlungen zugreifen können. Dies könnte dann beispielsweise helfen, Handlungsmöglichkeiten zu erkennen, Handlungsentscheidungen zu treffen und selbstbestimmt und mündig zu agieren. Im Rahmen dieser Arbeit wird der Begriff Bewusstsein daher überwiegend im Sinne des Zugriffsbewusstseins verwendet. Darüber hinaus ist etwa auch das Monitoring-Bewusstsein relevant. Wenn Schüler:innen beispielsweise von den eigentlichen Handlungszielen absehen sollen, um sich der Rolle von Daten und ihrer eigenen Rolle innerhalb des Interaktionssystems auseinanderzusetzen, erfordert dies metakognitive Prozesse. Wie bereits erwähnt, spielen reflexive Auseinandersetzungen mit dem eigenen Selbst und der eigenen Rolle innerhalb solcher Interaktionssysteme für Datenbewusstsein eine Rolle, sodass schließlich auch die Form des Selbstbewusstseins relevant ist.

Mit dem Zusammenhang von Bewusstsein und Aufmerksamkeit stellt sich die Frage, wie Aufmerksamkeit ausgerichtet wird, da dies auch maßgeblich die Bewusstseinsinhalte beeinflusst. Der Prozess der Selektion erfolgt durch eine bewusste oder auch unbewusste Ausrichtung der Aufmerksamkeit (vgl. Hagendorf et al., 2011, S. 8). Die Aufmerksamkeits-

ausrichtung kann sowohl durch exogene Reize (externe Stimuli) oder endogene Orientierungen (interne Intention, Zielen und Interessen) ausgelöst werden (Hagendorf et al., 2011, S. 186) (siehe auch: Müller & Rabbitt, 1989). Ähnlich beschreiben auch Becker-Carus und Wendt (2017a), dass die Aufmerksamkeitssteuerung sowohl durch äußere Reize als auch durch kognitive Prozesse bestimmt wird, etwa durch „Interessen, Erwartungen oder jeweiligen (Handlungs-) Zielen“ (Becker-Carus & Wendt, 2017a, S. 198). Diese Einflüsse auf das Lenken der Aufmerksamkeit lassen sich häufig als top-down Prozesse (geleitet von Handlungsabsichten) oder bottom-up Prozesse (geleitet von spezifischen Reizbedingungen) beschreiben, wobei in realen Situationen oft eine Mischung aus beiden Ausrichtungen stattfindet (Becker-Carus & Wendt, 2017a). Für eine selbstbestimmte und aktive Auseinandersetzung mit ddA ist insbesondere die willentliche und absichtliche Steuerung der Aufmerksamkeit relevant. Dies kann sich etwa darin zeigen, dass sich ein Individuum gezielt mit bestimmten Aspekten eines ddA auseinandersetzt und die Aufmerksamkeit darauf richtet. Darüber hinaus können in den Interaktionen mit ddA auch externe Reize einen Einfluss haben, wie beispielsweise bestimmte Designelemente einer Benutzeroberfläche (z.B. Nudges). Diese können den Nutzenden zum Nachdenken über die Rolle der Daten anregen oder womöglich auch davon abhalten. Aus didaktischer Sicht stehen hingegen eher die internen Intentionen und Ziele des Individuums im Fokus. Schüler:innen können solche Intentionen, Interessen und Ziele entwickeln, die sie dazu motivieren, ihre Aufmerksamkeit gezielt auf bestimmte Aspekte in einem Interaktionssystem mit einem ddA zu richten und sich beispielsweise mit der Rolle von Daten zu beschäftigen. Dies ist anschlussfähig an die bildungstheoretischen Vorstellung zur Nutzung von Selbst- und Weltansichten als Deutungs- und Orientierungsrahmen. Die Bedeutung von Bewusstsein wird im Rahmen der Konzeptentwicklung einfließen. Zum Beispiel findet sich die Idee der Ausrichtung der Aufmerksamkeit im bereits erwähnten Halt-Stopp-Moment als Teil der theoretischen Konzeption von Datenbewusstsein (siehe Abschnitt 4.3.2).

2.7.2 Bewusstseinskonzepte bezogen auf digitale Artefakte

In verschiedenen Kontexten wurden Konzepte von Bewusstsein und Awareness entwickelt, diskutiert und empirisch untersucht. Im folgenden werden exemplarisch einige dieser Konzepte aufgeführt, um unterschiedliche Ansätze solcher Konzepte aufzuzeigen.

Ein Beispiel für die Forschung um Awareness in spezifischen Situationen, ist das Konzept der Situation Awareness. Dieses wurde ursprünglich für dynamische Situationen entwickelt, etwa im Zusammenhang mit dem Fliegen, wo Piloten in kurzer Zeit Informationen wahrnehmen, verstehen und daraus Implikationen (z.B. Handlungsschlüsse) folgern müssen (vgl. Endsley, 1995). So hat Endsley (1995) Situation Awareness wie folgt definiert: „Situation awareness is the perception of the elements in the environment within a volume of time and space, the comprehension of their meaning, and the projection of their status in the near future.“ (Endsley, 1995, S. 36). Sie beschreibt damit drei Ebenen, die Wahrnehmung, das Verstehen und die Vorhersage möglicher Entwicklungen oder Implikationen in naher Zukunft (für detaillierte Erklärungen der Ebenen siehe: Endsley, 1995).

Das Konzept wurde später auch auf andere Bereiche übertragen, unter anderem den Kontext der Privatsphäre. So beschreiben etwa Correia und Compeau (2017) aufbauend auf dem Konzept der Situation Awareness drei Stufen für Information Privacy Awareness: Wissen über Privatsphäre und dessen Regulierung, das Verständnis der Informationen in

2.7 ZUSAMMENFÜHRUNG ZU EINEM BEDARF FÜR DATENBEWUSSTSEIN

der aktuellen Umgebung und die Vorhersage derer Einflüsse auf die Zukunft (Correia & Compeau, 2017, S. 4024f.). Im Kontext von Information Privacy Awareness diskutieren Correia und Compeau (2017) die Begrifflichkeiten Knowledge, Literacy und Awareness. Sie stellen fest, dass im Zusammenhang mit Information Privacy die Begriffe Awareness häufig synonym mit Understanding und Knowledge verwendet werden.

Ein weiteres Konzept beschreiben Siles et al. mit Algorithm Awareness, was sie als „process – a series of activities intended to reach a goal over time – would thus make it possible to identify the stabilities and changes in how users think about, feel about, and relate to algorithms“ (Siles et al., 2022, S. 2) verstehen. Awareness wird hier nicht als fester Zustand verstanden, sondern als zeit- und situationsabhängiges Konstrukt. Zur Operationalisierung von Algorithm Awareness nutzen Siles et al. (2022) den Ansatz von Kruger und Kearney (2006) und verstehen Awareness als Komposition aus den drei Dimensionen Knowledge, Attitudes und Behaviour.

Eine weitere Umsetzung von Awareness stellt das Konzept Socio-technical Awareness dar, was Hosman und Pérez Comisso wie folgt definiert:

„The ability to identify patterns and recognize contexts within socio-technical systems. Sociotechnical awareness comprises the ability to understand and create new relationships with technology within the complex socio-technical systems within which humans and technologies interact.“ (Hosman & Pérez Comisso, 2020, S. 470)

Auch hier findet sich das Wahrnehmen oder Erkennen des Umfelds (sozio-technische Systeme) wieder.

Für das Konzept der Cybersecurity Awareness haben Quayyum et al. (2021) ein Literaturreview durchgeführt. Darin zeigen sie auf, wie dieses Konzept typischerweise definiert und gemessen wird. Sie fassen zusammen, dass Cybersecurity Awareness meist aus zwei Komponenten besteht: erstens dem Verständnis über den Kontext (z.B. Sicherheitsrisiken) und Fähigkeiten in diesem Zusammenhang (z.B. erkennen sicherheitskritischer Situationen) und zweitens das Verhalten als Reaktion auf Sicherheitsrisiken (siehe: Quayyum et al., 2021, S. 15f.). Demnach geht es also primär um ein Verstehen solcher Bedrohungen und das Verhalten zum Schutz vor diesen.

Darüber hinaus wird Bewusstsein in einigen anderen Bereichen angewandt, wie etwa im Hinblick auf Umweltbewusstsein, also dem Bewusstsein für menschliche Auswirkungen auf die Umwelt, oder auch bezüglich fairem Konsumbewusstsein, also dem Bewusstsein für den Kauf von fairen Produkten (z.B. Balderjahn & Peyer, 2012).

Insgesamt zeigt sich bei dieser kurzen Diskussion der Konzepte, dass die Begriffe Bewusstsein beziehungsweise Awareness teilweise sehr unterschiedlich verstanden werden. In der Operationalisierung geht es dabei meist um Wissen und Fähigkeiten sowie ergänzend dazu um affektive und verhaltensbezogene Aspekte.

Teil III

Entwicklung des fachdidaktischen Konzepts

Vorgehen des Dissertationsvorhabens

Zusammenfassung dieses Kapitels

Wie bereits beschrieben, zielt dieses Dissertationsvorhaben auf die Entwicklung und Evaluation des fachdidaktischen Konzepts Datenbewusstsein ab. Nachdem im vorherigen Kapitel der Kontext und die Ausgangslage dieser Arbeit diskutiert wurden, führt dieses Kapitel in die konkrete Entwicklung und Evaluation des Konzepts ein, die sich über die folgenden Kapitel erstrecken wird. Für dieses Forschungsvorhaben wurde der Design-Based Research Ansatz gewählt, mit dem das Konzept entwickelt und evaluiert werden soll. Dieses Kapitel führt in diesen Ansatz ein und erläutert das konkrete Vorgehen des Dissertationsvorhabens.^a

^aDas Vorgehen des Forschungsvorhabens sowie der konkrete Ansatz zu dessen Umsetzung wurden auf einem Poster auf der Data Society Tagung 2021 an der Universität Paderborn vorgestellt. Dieses wurde mit dem Best Poster Award ausgezeichnet.

3.1 Fachdidaktisches Konzept als Zielsetzung des Vorhabens

Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung eines fachdidaktischen Konzepts, teilweise auch als Unterrichts- oder Lehrkonzepte bezeichnet. Ein solches Konzept beschreibt beispielsweise Tulodziecki (er nennt es Lehrkonzept) als „theoretisch begründeten Handlungsentwurf für die Gestaltung von Lehrsituationen, wobei die Lehrsituationen geeignete Lernprozesse ermöglichen sollen“ (Tulodziecki, 1983, S. 28). Zentral sind dabei sogenannte Ziel-Mittel-Voraussetzungs-Argumentationen (Tulodziecki, 1983, S. 28f.), die sich auf Zielvorstellungen, Annahmen zu Lernvoraussetzungen der Schüler:innen (z.B. unzureichendes Wissen oder begrenzte Fähigkeiten), Zusammenhänge zwischen Lernaktivitäten und den Zielen sowie zwischen der Gestaltung der Lernsituation und deren Wirkung auf Lernhandlungen beziehen. Hervorzuheben ist dabei, dass ein solches Konzept nach Tulodziecki (1983) neben empirischen und theoretischen auch normative Komponenten umfasst, insbesondere

in Bezug auf die Zielsetzungen. Ein fachdidaktisches Konzept beschreibt somit verschiedene Aspekte der Ausrichtung und Gestaltung von Lehr-Lernsituationen und dient als Orientierung für Unterrichtsgestaltung und -durchführung. Ein solches Konzept ist allerdings nicht mit konkreten Unterrichtsmaterialien oder einzelnen Unterrichtsvorhaben gleichzusetzen.

Für das Verständnis von fachdidaktischen Konzepten ist zudem die Betrachtung des Curriculumbegriffs hilfreich. Van den Akker (2003) differenziert mehrere Ebenen von Curricula. Diese umfassen etwa Ebenen der übergeordneten Visionen und Intentionen, der Interpretation durch Lehrkräfte, der konkreten Umsetzungen im Unterricht sowie der Lernerfahrungen der Schüler:innen und der erreichten Lernergebnisse (vgl. Van den Akker, 2003). Der Konzeptbegriff im Sinne von Tulodziecki (1983) lässt sich den höheren beziehungsweise übergeordneteren Ebenen dieser Differenzierung des Curriculumbegriffs von Van den Akker (2003) zuordnen – als Grundlage für die Gestaltung von Lehr-Lernsituationen, in denen bestimmte Lernprozesse angeregt werden sollen. Ein fachdidaktisches Konzept kann demnach als Bestandteil eines Curriculums verstanden werden. Bei Curricula stehen etwa Ziele, Inhalte und didaktische Gestaltungsmerkmale (z.B. Methodik) im Zentrum (vgl. Van den Akker, 2003). Neben allgemeinen Zielen (Rationales), den konkreten Lernzielen und Lerninhalten nennt Van den Akker (2003) verschiedene Aspekte, die bei Unterricht eine Rolle spielen, wie etwa die Lernaktivitäten, Materialien und Sozialformen. Diese Aspekte lassen sich etwa in der zuvor beschriebene Curricular Spider's Web wiederfinden (siehe dafür die Diskussion in Abschnitt 2.1.2 und die Abbildung 2.1).

Auf dieser Grundlage wird der Begriff des fachdidaktischen Konzepts in dieser Arbeit als eine theoretisch fundierte Konzeption für Unterricht interpretiert, die übergeordnete Ziele, den Lerninhalt sowie einen didaktischen Ansatz für die Gestaltung von Unterrichtsinterventionen umfasst. Für das zu entwickelnde Konzept Datenbewusstsein bedeutet dies konkret, dass es klären soll: (1) worum geht es thematisch beim Konzept Datenbewusstsein, (2) was sind die übergeordneten Ziele und was wird unter Datenbewusstsein verstanden und (3) wie können Unterrichtsvorhaben zur Förderung von Datenbewusstsein gestaltet werden. Ergänzend werden exemplarische Unterrichtsvorhaben entwickelt, um die theoretischen Aspekte des Konzepts an konkreten Beispielen zu untersuchen.

Für die Entwicklung und Evaluation des Konzepts wird in dieser Arbeit der Design-Based Research Ansatz verfolgt. Im Folgenden wird dieser Ansatz vorgestellt. Anschließend wird in Abschnitt 3.3 das Vorgehen des Dissertationsvorhabens erläutert.

3.2 Design-Based Research in der fachdidaktischen Forschung

Design-Based Research (DBR) ist ein forschungsmethodischer Ansatz. Er geht auf Arbeiten aus den 1990er-Jahren zurück, unter anderem von Collins (1992) und Brown (1992), und hat sich seitdem in der didaktischen Lehr-Lern-Forschung als wissenschaftlicher Ansatz etabliert (Anderson & Shattuck, 2012; Shavelson et al., 2003; The Design-Based Research Collective, 2003). DBR ist nicht mit einer konkreten Methodik gleichzusetzen, sodass im Rahmen eines Forschungsvorhabens ein spezifisches methodisches Vorgehen verwendet oder erarbeitet werden muss. Anwendung findet der Ansatz in verschiedenen

Fachdidaktiken – zunehmend auch in der Informatikdidaktik, insbesondere im internationalen Kontext (siehe: Margulieux et al., 2019). Für den Ansatz gibt es unterschiedliche Begriffe und Interpretationen, die sich in den konkreten Konzeptionen unterscheiden können, was die Übersichtlichkeit zu diesem Ansatz erschwert (vgl. Anderson & Shattuck, 2012; McKenney & Reeves, 2019; Reimann, 2011). Verwandte Konzepte und Begriffe sind zum Beispiel „design experiments“ (z.B. Brown, 1992; Collins, 1992) oder auch „educational design research“ (z.B. McKenney & Reeves, 2019; Van den Akker et al., 2013). Im deutschsprachigen Raum wird dieser methodische Ansatz häufig unter dem Begriff der Entwicklungsforschung eingeordnet (vgl. Lehmann-Wermser & Konrad, 2016) oder beispielsweise als praxis- und theorieorientierte Entwicklung und Evaluation von Konzepten beschrieben (vgl. Tulodziecki et al., 2014). Die unterschiedlichen Ausprägungen lassen sich als eine Familie von Ansätzen verstehen, die das Ziel verfolgen, Theoriebildung und Designentwicklung miteinander zu verbinden (McKenney & Reeves, 2019). Anknüpfend an das Quadrantenmodell wissenschaftlicher Forschung von Stokes (1997) wird der Beitrag von DBR-Vorhaben häufig in Pasteurs Quadranten verortet, also dem Bereich der „use-inspired basic research“ (vgl. Anderson & Shattuck, 2012; McKenney & Reeves, 2019). Mit DBR sollen somit praktische und theoretische Ziele verknüpft werden.

Nach Van den Akker et al. (2011) folgt diese Art der Forschung im Wesentlichen drei Motiven: (1) die Relevanz der Forschung in der Praxis zu erhöhen (u.a. zur Überbrückung der sogenannten Theorie-Praxis-Lücke), (2) empirisch fundierte Theorien zu entwickeln und (3) die Robustheit der Entwicklungspraxis (von Designs) zu verbessern. Ausgangspunkt ist dabei ein konkreter Bedarf in der Praxis, wie etwa der an neuen didaktischen Konzepten. Mit DBR wird also insbesondere versucht, mit praxisrelevanten Lösungen die Lücke zwischen Forschung und (Schul-)Praxis zu schließen, die in der didaktischen Forschung häufig kritisiert wird, und dabei gleichzeitig die Theorieentwicklung zu fördern. Aus unterrichtspraktischer Perspektive steht also die Entwicklung eines Designs im Vordergrund (z.B. einer Unterrichtsintervention oder allgemeiner eines Unterrichtskonzepts), während aus wissenschaftlicher Sicht der Beitrag zur fachdidaktischen Forschung und Theoriebildung im Fokus steht (vgl. Knogler & Lewalter, 2013; Lehmann-Wermser & Konrad, 2016).

Für wesentliche Eigenschaften von DBR können etwa folgende Merkmale vom The Design-Based Research Collective (2003) genannt werden:

1. Die Ziele der Entwicklung von Lernumgebungen und von Theorien sind miteinander verknüpft.
2. DBR-Vorhaben finden als iterative Prozesse (in Zyklen) statt. Diese Zyklen werden durch Schritte der Gestaltung von Interventionen, deren Umsetzung, Evaluation und Neugestaltung strukturiert.
3. DBR-Vorhaben liefern allgemein anwendbare Theorien über konkrete Lernumgebungen hinaus, bieten also beispielsweise relevante Implikationen.
4. Die Forschung in DBR-Vorhaben findet in authentischen Kontexten statt, wobei die Rolle des Kontextes berücksichtigt wird.
5. Für DBR-Vorhaben werden verschiedene Methoden eingesetzt, um den Zusammenhang zwischen der Lernsituation und den Ergebnissen zu untersuchen.

3.2 DESIGN-BASED RESEARCH IN DER FACHDIDAKTISCHEN FORSCHUNG

Als zentrale Aspekte dieser Charakterisierung von DBR werden nachfolgend die Rolle des Designs und der Theorie, das iterative Vorgehen sowie die Verortung der Forschung im Praxiskontext näher betrachtet.

Die Bedeutung des Designs ist relativ breit zu verstehen, wie etwa The Design-Based Research Collective beschreiben: „artifacts as well as less concrete aspects such as activity structures, institutions, scaffolds, and curricula“ (The Design-Based Research Collective, 2003, S. 6). Anderson und Shattuck (2012) erweitern den Designbegriff um Arten von Assessments oder auch technologische Interventionen. Diese Forschung ist also nicht auf die Untersuchung der Wirkung konkreter Unterrichtsmaterialien begrenzt, sondern ist breiter zu verstehen und kann etwa auch bei der Entwicklung und Untersuchung konzeptioneller Ideen sowie entsprechender Unterrichtskonzepte Anwendung finden.

Die Entwicklung konkreter Interventionen als Teil eines DBR-Vorhabens scheint im Hinblick auf das Ziel der Theorieentwicklung ein Mittel zum Zweck zu sein, das einen Kontext für empirische Untersuchungen bereitstellt. Angesichts der beiden wesentlichen Ziele von DBR-Vorhaben hat das Design jedoch auch einen Wert an sich (McKenney & Reeves, 2019, S. 19). Das im Rahmen eines DBR-Vorhabens entwickelte Design soll schließlich dazu beitragen, Lösungen für Probleme in der Praxis zu erarbeiten und dadurch Veränderungen in der Praxis zu unterstützen. McKenney und Reeves (2019) beschreiben dies als praktische Relevanz, die als Brücke zwischen Wissenschaft und Praxis verstanden werden kann. Im Kontext dieser Arbeit bedeutet das, dass Ansätze und Konzepte zum Lernen über eine von ddA geprägte Welt zu entwickeln sind, die für die Schulpraxis anwendbar und nützlich sind. McKenney und Reeves (2019) betonen dazu, dass ein realer positiver Einfluss auf die Praxis und konkrete Veränderungen angestrebt werden sollten. Hierfür kann etwa die Zusammenarbeit zwischen Personen aus der Praxis (z.B. Lehrkräfte) und Forschenden hilfreich sein (vgl. The Design-Based Research Collective, 2003). Einen realen Beitrag zur Schulpraxis zu leisten, wie ihn McKenney und Reeves (2019) als Ziel formulieren, ist im deutschen Kontext aufgrund der engen Orientierungen der Schulpraxis an den Landesvorgaben allerdings durchaus herausfordernd. Umso erfreulicher ist festzuhalten, dass Datenbewusstsein im Verlauf dieses Dissertationsvorhabens in die Entwicklung der vom Land Nordrhein-Westfalen vorgegebenen Lehrpläne für Informatikunterricht einfließen konnte und die entwickelten Materialien in die Empfehlungen des Landes im Rahmen des beispielhaften schulinternen Lehrplans aufgenommen wurden.¹

Als zweiter zentraler Aspekt spielt Theorie in den zuvor genannten fünf Eigenschaften von DBR eine Rolle (siehe: The Design-Based Research Collective, 2003). Dies zeigt sich ebenfalls in der Charakterisierung von McKenney und Reeves (2019), die diese Art der Forschung als theorieorientiert beschreiben. Sie betonen damit, dass ein DBR-Prozess, was sie als educational design research bezeichnen (siehe: McKenney & Reeves, 2019, S. 18), durch Theorie geleitet wird, etwa bei der Entwicklung des Designs und der empirischen Untersuchung von Interventionen, in denen theoretische Vermutung und Hypothesen untersucht werden. Über die Integration von Theorie hinaus sollen DBR-Vorhaben insbesondere auch zur Theorieentwicklung beitragen. Das heißt, Theorie ist nicht nur ein Ausgangspunkt, sondern die Theoriebildung ein zentrales Ziel. Somit soll durch eine solche

¹In Nordrhein-Westfalen werden diese als Kernlehrpläne bezeichnet. An dieser Stelle ist primär der Kernlehrplan für Informatik in Klasse 5 und 6 gemeint, der im Jahr 2021 eingeführt wurde. Zu finden ist dieser hier: https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplan/260/si_kl5u6_if_klp_2021_07_01.pdf (zuletzt abgerufen am 18.04.2025).

Ausrichtung didaktischer Forschung die Verknüpfung von Forschung und Praxis gestärkt werden. Ein DBR-Vorhaben zielt demnach auf die Entwicklung konkreter und praxisnaher Interventionen sowie auf Beiträge zur Theoriebildung ab.

Die theoretischen Beiträge von DBR-Vorhaben können unterschiedlicher Art sein. In erster Linie werden sie durch empirische Befunden gestützt, gehen aber auch darüber hinaus (McKenney & Reeves, 2019, S. 19). Die Erkenntnisse können sich auf das Entwickeln von Interventionen beziehen, etwa in Form von Empfehlungen für die Gestaltung konkreter Interventionen; diese werden als „design principles“ bezeichnet (McKenney & Reeves, 2019, S. 19). Des Weiteren können die theoretischen Erkenntnisse zur Entwicklung von Theorien beitragen (vgl. Lehmann-Wermser & Konrad, 2016; McKenzie & Reeves, 2019). McKenzie und Reeves beschreiben die Rolle der Theorie wie folgt:

„Theories are not developed from single studies. Rather, they are built over time upon hypotheses, conjectures, evidence, and other theories. Educational design research investigations may, ultimately, lead to theories. In the interim, however, they contribute the building blocks of theory, by yielding various forms of theoretical understanding: conjectures (unproven propositions that are thought to be true), evidence (verification of an assertion), or theoretical principles (from nascent to mature) about how the world works and what is likely to happen when we tinker with it in certain ways.“ (McKenney & Reeves, 2019, S. 34f.)

Es sollte beachtet werden, dass die theoretischen Beiträge eher ganzheitlich im Rahmen eines DBR-Vorhaben zu verstehen sind, da über mehrere Zyklen hinweg theoretische Annahmen und Hypothesen untersucht und bestenfalls bestätigt werden. Für die Theorieentwicklung ist insbesondere die Reflexion und Argumentation ausgehend von den Zyklen wichtig (McKenney & Reeves, 2019), was meist jeweils am Ende der Zyklen erfolgt. McKenzie und Reeves (2019) heben dazu drei Arten der Argumentation hervor: Deduktion (z.B. das Ableiten von Schlussfolgerungen aus Grundannahmen), Induktion (z.B. das Verallgemeinern auf Basis mehrerer Beobachtungen) und Abduktion (z.B. das Aufstellen von Hypothesen über Zusammenhänge zwischen beobachteten Ereignissen).

Der theoretische Beitrag ist außerdem hinsichtlich seiner Reichweite und der Abhängigkeit vom spezifischen Kontext zu unterscheiden. Dazu wird etwa zwischen „local theory; middle-range theory; high-level theory“ (McKenney & Reeves, 2019, S. 39-41) unterschieden. Lokale Theorien werden aus einer sehr begrenzten Anzahl von Kontexten (z.B. Lerngruppen) gewonnen, sodass die spezifischen Kontextfaktoren eine große Rolle spielen können. Um Theorien mittlerer Reichweite handelt es sich nach den Autoren, wenn Erkenntnisse aus Untersuchungen verschiedener Kontexte oder Settings stammen; sie stellen damit eine höhere Abstraktionsebene als lokale Theorien dar. Die übergeordneten Theorien („high-level theory“) gehen nach den Autoren schließlich aus dem Zusammenfassen von Theorien mittlerer Reichweite hervor und gelten über viele verschiedene Kontexte oder Settings hinweg. Der theoretische Beitrag von DBR-Vorhaben bewegt sich meist auf Ebene lokaler Theorien oder Theorien mittlerer Reichweite (vgl. McKenzie & Reeves, 2019, S. 41).

Wie bereits erwähnt, beruht die Theoriebildung insbesondere auf Untersuchungen in den Zyklen eines DBR-Vorhabens (vgl. The Design-Based Research Collective, 2003). Die iterative Prozessgestaltung stellt dabei eine zentrale Eigenschaft von DBR dar. Die Iterationen oder Zyklen können als empirische Untersuchungen verstanden werden, wobei

sich eine auch aus mehrere Zyklen zusammensetzen kann (McKenney & Reeves, 2019, S. 15f.). Ein solcher Zyklus umfasst beispielsweise die Analyse des Ausgangsproblems, die Entwicklung einer Intervention als Umsetzung des Designs oder Konzepts, die empirische Untersuchung der Durchführung der Intervention sowie deren Reflexion im Rahmen des DBR-Vorhabens (siehe z.B.: Lehmann-Wermser & Konrad, 2016; McKenney & Reeves, 2019; The Design-Based Research Collective, 2003). Durch die Zyklen wird zum einen das Design (weiter-)entwickelt und zum anderen werden verschiedene theoretische Vermutungen und Hypothesen untersucht, sodass der iterative Prozess zur Entwicklung theoretischer Erkenntnisse im Sinne der Theoriebildung beiträgt. Bei den empirischen Untersuchungen ist neben der Erhebung von beispielsweise Lernvoraussetzungen, Lernhandlungen oder Lernergebnissen auch relevant, zu beobachten, was darüber hinaus passiert. So spricht sich Tulodziecki dafür aus, auch zu berücksichtigen, „welche erwünschten oder unerwünschten Nebenwirkungen auftreten und wodurch sie gegebenenfalls bedingt sind“ (Tulodziecki, 1983, S. 39). Bei diesen Nebenwirkungen geht es also um „weitere praxis- oder theorierelevante Ereignisse“ (Tulodziecki et al., 2013, S. 234) im Rahmen der Untersuchungen. Das bedeutet, dass in einem Zyklus im Rahmen der empirischen Untersuchung auch Ereignisse berücksichtigt werden sollten, die über die eigentliche Untersuchung hinausgehen. Beispielsweise könnte sich dies auf Beobachtungen von Gesprächen oder dem Verhalten der Schüler:innen während einer Unterrichtsintervention beziehen.

Die Rolle der empirischen Untersuchung von Interventionen, etwa im Sinne von Evaluationen, unterscheidet sich von klassischer Evaluationsforschung insofern, als dass es nicht bloß um die Überprüfung einer Intervention und die Bewertung ihrer Effektivität geht, sondern darum, das Lernen in authentischen und somit meist komplexen Kontexten zu untersuchen und auf dieser Basis Modelle und Theorien zu entwickeln (vgl. The Design-Based Research Collective, 2003).

Dies führt zu einem weiteren zentralen Merkmal von DBR-Vorhaben: Die Untersuchungen finden im authentischen Kontext beziehungsweise im jeweiligen Praxiskontext statt (z.B. Schulunterricht) (Anderson & Shattuck, 2012). Dadurch kann beispielsweise gezeigt werden, dass das Design im jeweiligen Zielkontext funktioniert und dort die gewünschten Effekte hervorruft, was wiederum die Validität erhöht (siehe: Anderson & Shattuck, 2012) – insbesondere die ökologische Validität der Ergebnisse (McKenney & Reeves, 2019, S. 7). Das Forschen im authentischen Kontext bringt jedoch Herausforderungen mit sich, die berücksichtigt werden sollten. So ist es im Vergleich zu Laborstudien nahezu unmöglich, die Einflussfaktoren aus dem jeweiligen Kontext zu bestimmen und zu kontrollieren, sodass exakte Replikationen weitgehend unmöglich sind und Schwierigkeiten bei der eindeutigen Bestimmung von Kausalitäten entstehen (The Design-Based Research Collective, 2003). Die Stärke dieser Forschung, etwa im Hinblick auf die Validität der Ergebnisse, ergibt sich daher meist durch den iterative Prozess des DBR-Vorhabens, wodurch theoretische und praktische Erkenntnisse durch wiederholte Ergebnisse in den jeweiligen Iterationen (weiter-)entwickelt und angepasst werden (McKenney & Reeves, 2019; The Design-Based Research Collective, 2003). Dadurch wird die Güte der Forschung insgesamt erhöht und die Bedeutung einzelner Störfaktoren aus spezifischen Kontexten (z.B. konkrete Lerngruppen) relativiert.

Ausrichtung von DBR-Vorhaben Neben den allgemeinen Zielen der Theoriebildung und der Designentwicklung können DBR-Vorhaben unterschiedliche Ausrichtungen bezie-

hungsweise Orientierungen haben. So beschreiben etwa McKenney und Reeves (2019, S. 23-26) anhand einer Einordnung mit den folgenden vier Schritten verschiedene Orientierungen von DBR-Vorhaben: (1) Für eine Problemsituation wird (2) eine Intervention entwickelt, die (3) umgesetzt wird und (4) zu bestimmten Wirkungen und Ergebnissen führt (siehe Abbildung 1.3 in: McKenney & Reeves, 2019). In Anlehnung daran unterscheiden sie drei Orientierungen. In einem DBR-Vorhaben kann Forschung „for interventions“, „on interventions“ oder „through interventions“ stattfinden (vgl. McKenney & Reeves, 2019).

Die erste Orientierung („for interventions“) widmet sich der Problemsituation. Es werden Herausforderungen und Probleme aus der Praxis untersucht, für die anschließend Interventionen als Lösung oder Antwort entwickelt werden sollen (vgl. McKenney & Reeves, 2019). Eine Forschung „on interventions“ richtet den Fokus auf die Intervention und dessen Eigenschaften. Im Mittelpunkt stehen Untersuchungen der Gestaltung von Interventionen (z.B. Unterrichtsmaterialien) und der damit verbundenen Lernaktivitäten bei der Umsetzung oder Durchführung der Intervention (vgl. McKenney & Reeves, 2019). Bei dieser Ausrichtung steht insbesondere die Entwicklung der zuvor genannten Design Principles im Vordergrund, die etwa beschreiben, welche Designideen bestimmte Lernaktivitäten anregen sollen. Mit der letzten Orientierungsform („through intervention“) beschreiben McKenney und Reeves (2019) eine Schwerpunktsetzung auf die Untersuchung der Wirkungen der Intervention beziehungsweise ihrer Umsetzung. Dabei wird die Intervention eher als Mittel zum Zweck verstanden, um Erkenntnisse über die zu entwickelnde Theorie zu gewinnen, die über die konkrete Intervention hinausgehen. In dieser Orientierung wird zum Beispiel untersucht, welche Auswirkungen ein Design auf das Verständnis der Schüler:innen zu einem bestimmten Thema haben kann (vgl. McKenney & Reeves, 2019). Der Fokus liegt hier also stärker auf theoretischen Erkenntnissen (z.B. im Sinne einer Beschreibung und Erklärung dessen, was durch die Intervention bewirkt wird) (vgl. McKenney & Reeves, 2019).

Diese drei Orientierungen ermöglichen anhand des jeweiligen Fokus eine Einordnung von gesamten DBR-Vorhaben oder einzelnen Zyklen. Dabei werden abhängig von der Orientierung unterschiedliche Begründungszusammenhänge oder Annahmen über das zu entwickelnde Design in den Blick genommen. So werden zum Beispiel Überlegungen angestellt beziehungsweise Annahmen erarbeitet, wie mit der Intervention bestimmte Lernprozesse und -aktivitäten gefördert werden können (siehe Forschung „on interventions“) und wie anschließend bestimmte Wirkungen und Ergebnisse durch die gewünschten Lernaktivitäten erreicht werden können (siehe Forschung „through interventions“). Zur Systematisierung dieser verschiedenen Begründungen und Annahmen schlägt Sandoval (2014) vor, zwischen zwei verschiedenen Arten von Annahmen (Conjectures) zu unterscheiden: Design Conjectures und Theoretical Conjectures. Erstere bezieht er auf Erklärungen, wie spezifische Aspekte und Materialien der geplanten Intervention zu konkreten Lernaktivitäten führen. Letztere hingegen begründen die Ergebnisse beziehungsweise Wirkungen der Lernaktivitäten (vgl. Sandoval, 2014). Beide Arten von Annahmen sind als begründete Vermutungen oder sogar Hypothesen zu verstehen. Bei einer Forschung mit einer Orientierung „on interventions“ stehen im Wesentlichen die Design Conjectures im Fokus, während sich eine Forschung „through interventions“ stärker auf die Theoretical Conjectures konzentriert (vgl. McKenney & Reeves, 2019, S. 142).

Die Diskussion über die verschiedenen Orientierungen und möglichen Schwerpunkte

in DBR-Vorhaben verdeutlicht, wie vielfältig die Forschung innerhalb des DBR-Ansatzes sein kann. Für eine detailliertere Ausführungen zu Variationen von DBR und Beispielen entsprechender Vorhaben sei auf McKenney und Reeves (2019, S. 26-29) verwiesen. Es gibt also nicht die eine typische Vorgehensweise für ein DBR-Vorhaben, gleichwohl verschiedene Modelle und Frameworks als Orientierung zur Umsetzung eines DBR-Vorhabens dienen können, wie später noch diskutiert wird.

Zusammenfassend hat die Ausrichtung didaktischer Forschung als DBR-Vorhaben verschiedene Stärken und Herausforderungen. The Design-Based Research Collective (2003) heben vier besondere Stärken hervor: Es werden (1) neue Lehr-Lernumgebungen exploriert, (2) kontextbezogene Lern- und Unterrichtstheorien entwickelt, (3) Kenntnissen zum Unterrichtsdesign generiert und weiterentwickelt, und (4) Innovationsfähigkeiten aller beteiligten Personen gefördert. Eine Herausforderung bei DBR-Vorhaben besteht hingegen darin, gleichzeitig praktische Ergebnisse und theoretische Erkenntnisse zu erzielen (vgl. Sandoval, 2014) – nicht zuletzt deshalb, weil die unterschiedlichen Orientierungen verschiedene Ziele und Fragestellungen verfolgen (vgl. McKenney & Reeves, 2019).

Modelle zur Umsetzung von DBR-Vorhaben Im Rahmen des Diskurses zum DBR-Ansatz wurden in den letzten Jahrzehnten unterschiedliche Modelle und Frameworks vorgeschlagen und diskutiert. Nachfolgend werden zwei Modelle beschrieben, die in das Vorgehen dieses Dissertationsvorhabens eingeflossen sind.

Ein Modell für DBR-Vorhaben wird bei McKenney und Reeves (2019, S. 82-88) beschrieben. Sie heben insbesondere die Gliederung in drei Typen von Phasen hervor, die in einem iterativen DBR-Prozess in relativ flexibler Reihenfolge durchlaufen werden können und durchgehend in einer Interaktion mit der Praxis stehen. Der erste Typ ist die *Analyse- und Explorationsphase* (analysis and exploration), in der das Problem und der Kontext erschlossen werden, was etwa die Erarbeitung von Fachwissen und Verständnis sowie Recherche relevanter Literatur umfasst (McKenney & Reeves, 2019, S. 85). In dieser Phase sind sowohl wissenschaftliche Erkenntnisse und Arbeiten aus der Literatur als auch Einblicke aus der Praxis relevant (McKenney & Reeves, 2019, S. 85). Für Letzteres sind etwa Kollaboration mit Personen aus der Praxis und entsprechende Netzwerke hilfreich (McKenney & Reeves, 2019, S. 85). Als nächstes gibt es die *Entwurfs- und Konstruktionsphase* (design and construction) (McKenney & Reeves, 2019, S. 85f.). In dieser Phase wird ein Konzept für das Design entwickelt, was etwa das Erarbeiten von Rahmenbedingungen sowie die Begründung des Designs und den damit verbundenen Entscheidungen (z.B. hinsichtlich der Methodik) umfasst (McKenney & Reeves, 2019, S. 85f.). Außerdem wird in dieser Phase das konkrete Design (prototypisch) entwickelt (McKenney & Reeves, 2019, S. 85f.). Als drittes folgt die *Evaluations- und Reflexionsphase* (evaluation and reflection), die sich vor allem auf die empirische Untersuchung der entwickelten Intervention bezieht (McKenney & Reeves, 2019, S. 86). Diese Phase trägt besonders zu den theoretischen Erkenntnissen im DBR-Vorhaben bei, bildet aber darüber hinaus ebenfalls die Grundlage für die Anpassung und Weiterentwicklung der Interventionen beziehungsweise des Designs (McKenney & Reeves, 2019, S. 86). Für die Theorieentwicklung ist insbesondere die Reflexion der Ergebnisse der empirischen Untersuchung relevant (McKenney & Reeves, 2019, S. 86). Als Ergebnisse liefert ein solcher DBR-Prozess „maturing interventions and theoretical understanding“ (McKenney & Reeves, 2019, S. 86) – repräsentativ für die beiden zentralen Zielsetzungen von DBR.

KAPITEL 3. VORGEHEN DES DISSERTATIONSVORHABENS

Ein weiteres Modell stellt das sogenannte Bremer Modell für DBR-Prozesse dar (für das Modell, siehe: Lehmann-Wermser & Konrad, 2016) (siehe auch: Peters & Roviró, 2017). Dabei wird ausgehend von einem Design-Kontext in Zyklen eine Design-Theorie entwickelt (vgl. Lehmann-Wermser & Konrad, 2016). Auch in diesem Modell finden sich die für DBR typischen iterativen Zyklen wieder, die sich aus den Elementen Design-Gegenstand, Design-Konzeption und Design-Erprobung zusammensetzen (vgl. Lehmann-Wermser & Konrad, 2016). Nach diesem Modell umfasst der Design-Gegenstand insbesondere die fachdidaktische Spezifizierung des Lerngegenstands, was eine zentrale Charakteristik einer *fachdidaktischen* Interpretation von DBR ist (vgl. auch: Hußmann et al., 2013). Die Design-Konzeption beinhaltet insbesondere die Entwicklung von Design-Prinzipien, Hypothesen sowie des Lehr-Lern-Arrangements (vgl. Lehmann-Wermser & Konrad, 2016). Mit der Design-Erprobung wird die Intervention durchgeführt und empirisch untersucht, wobei die aufgestellten Hypothesen überprüft werden (vgl. Lehmann-Wermser & Konrad, 2016). Die Rahmung des iterativen Prozesses durch Design-Kontext und Design-Theorie bietet eine zusätzliche Konkretisierung für DBR-Vorhaben. Der Design-Kontext ergibt sich aus der Ausgangslage zur „als defizitär wahrgenommenen Sachlage im schulischen Unterricht“ (Lehmann-Wermser & Konrad, 2016, S. 270), ergänzt durch fachdidaktische Theorien sowie Fachdiskurse. Die Zyklen tragen schließlich dazu bei, dass eine Design-Theorie entsteht. Diese umfasst „als praktisches Ergebnis ein optimiertes Lehr-Lern-Arrangement [...] sowie eine lokale Theorie als theoretisches Ergebnis“ (Lehmann-Wermser & Konrad, 2016, S. 270f.).

Der Zyklusbegriff wird in den beiden Modellen nicht einheitlich verwendet. Im Bremer Modell (siehe: Lehmann-Wermser & Konrad, 2016) bezeichnet ein Zyklus die Prozesse, die aus den drei Elementen Design-Gegenstand, Design-Konzeption und Design-Erprobung bestehen. In diesem Sinne vereint ein Zyklus also insbesondere die Entwicklung einer Intervention sowie deren empirischen Untersuchung und weist somit eine gewisse Analogie zu einer empirischen Studie auf. Im Gegensatz dazu verwenden McKenney und Reeves (2019) die Bezeichnung der Sub-Cycles, die sich jeweils auf einen ihrer drei Bausteine beziehen. Eine Entwicklungsphase für Unterrichtsmaterialien wäre beispielsweise ein Sub-Cycle, ebenso wie eine empirische Evaluation (vgl. McKenney & Reeves, 2019, S. 84). Mehrere Sub-Cycles können in ihrem Verständnis zu einer Gruppe zusammengefasst werden, etwa wenn ein Design entwickelt wurde (erster Sub-Cycle) und dann getestet und evaluiert wird (zweiter Sub-Cycle). Die Sub-Cycles können dann zusammen als eine Sinn-einheit innerhalb des gesamten DBR-Vorhabens verstanden werden (vgl. McKenney & Reeves, 2019, S. 84).

Aufgrund der unterschiedlichen Interpretationen des Zyklusbegriffs sollte dieser für die vorliegende Arbeit spezifiziert werden. In Orientierung am Bremer Modell wird ein Zyklus hier im holistischen Sinne als Prozess verstanden, der insbesondere die (Weiter-) Entwicklung von Unterrichtsinterventionen, dessen empirische Evaluation in schulischen Kontexten sowie die Reflexion im Rahmen des Forschungsvorhabens umfasst. Ein Zyklus wird in dieser Arbeit also eher im Sinne einer empirischen Studie interpretiert, was beispielsweise auch die Entwicklung und Pilotierung von Messinstrumenten beinhalten kann. Im folgenden Abschnitt wird das konkrete Vorgehen dieses Dissertationsvorhabens näher erläutert.

3.3 Vorgehen dieses Forschungsvorhabens

Dieses Dissertationsvorhaben orientiert sich am DBR-Ansatz und verfolgt das Ziel, das fachdidaktische Konzept Datenbewusstsein zu entwickeln. Aufbauend auf der vorherigen Charakterisierung des DBR-Ansatzes und den beschriebenen Modellen wurde ein konkretes Vorgehensmodell für dieses Forschungsvorhaben entwickelt und umgesetzt, das in Abbildung 3.1 dargestellt ist. Das Vorgehen des Forschungsvorhabens sowie das Vorgehensmodell werden nachfolgend näher erläutert.

Klärung der Ausrichtung des Vorhabens Wie bereits herausgestellt, verfolgt der DBR-Ansatz sowohl Ziele der Theoriebildung als auch der Designentwicklung. Diese beiden Zielebenen bilden ebenfalls den Kern des fachdidaktischen Konzepts Datenbewusstsein: Es umfasst insbesondere eine theoretische Konzeption sowie einen didaktischen Ansatz zur Förderung von Datenbewusstsein, wie in den beiden Leitfragen für dieses Dissertationsvorhabens deutlich wird (siehe Abschnitt 1.2). Bei der theoretischen Konzeption geht es im Sinne der Theoriebildung insbesondere um die Klärung der Bedeutung von Datenbewusstsein sowie der Zielsetzungen des Konzepts. Der didaktische Ansatz ist nicht mit konkreten Unterrichtsvorhaben gleichzusetzen, sondern beschreibt auf einer abstrakteren Ebene das Lernen von Erklärmodellen und benennt konkrete Designmerkmale für die Umsetzung im Unterricht. Im Rahmen des Vorhabens wird der didaktische Ansatz schrittweise entwickelt und anhand exemplarischer Unterrichtsvorhaben empirisch untersucht. Ergänzt werden diese beiden Teile durch eine fachdidaktische Charakterisierung oder auch Rekonstruktion des Betrachtungsgegenstands der ddA, die zur Klärung der thematischen Ausrichtung des Konzepts Datenbewusstsein beitragen.

In Anlehnung an die zuvor diskutierten Ausrichtungen von DBR-Vorhaben stehen in diesem Forschungsvorhaben die Entwicklung und Evaluation der theoretischen Konzeption und des didaktischen Ansatzes im Fokus. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Orientierung „through interventions“ und der damit verbundenen Untersuchung von Theoretical Conjectures (siehe: McKenney & Reeves, 2019; Sandoval, 2014). Die konkreten Unterrichtsvorhaben sind somit in dieser Arbeit tendenziell als Mittel zum Zweck zu verstehen. In den Zyklen werden sie als Interventionen durchgeführt, wodurch die beispielsweise Aspekte der theoretischen Konzeption exploriert und untersucht werden können.

In Abbildung 3.1 wird das Vorgehen dieses Dissertationsvorhabens als Modell dargestellt. Der äußere Rahmen beschreibt das Ziel des Vorhabens – die Entwicklung des Konzepts –, zu dem die vier Bausteine (in den farbigen Kästen) des Modells beitragen sollen. Diese vier Bausteine des Vorhabens werden im Folgenden näher erläutert.

Baustein 1: Analyse und Erschließung des Kontexts und Problems Analog zu den Modellen von McKenney und Reeves (2019) und Lehmann-Wermser und Konrad (2016) enthält auch diese Arbeit Phasen der Analyse des Kontexts und des Problems. Das Problem besteht in diesem Fall im Bedarf am Lernen über ddA im Sinne Datenbewusstseins sowie in der Notwendigkeit entsprechender didaktischer Ansätze für den Informatikunterricht. Der Kontext umfasst dementsprechend verwandte Arbeiten zu diesem Thema sowie eine theoretische Grundlage, etwa in Bezug auf Bildungstheorien und fachdidaktische Ansätze. Das Verstehen des Kontexts und des Lernbedarfs stellt – im Unterschied zur Analyse des Design-Kontexts im Bremer Modell (siehe: Lehmann-Wermser & Konrad,

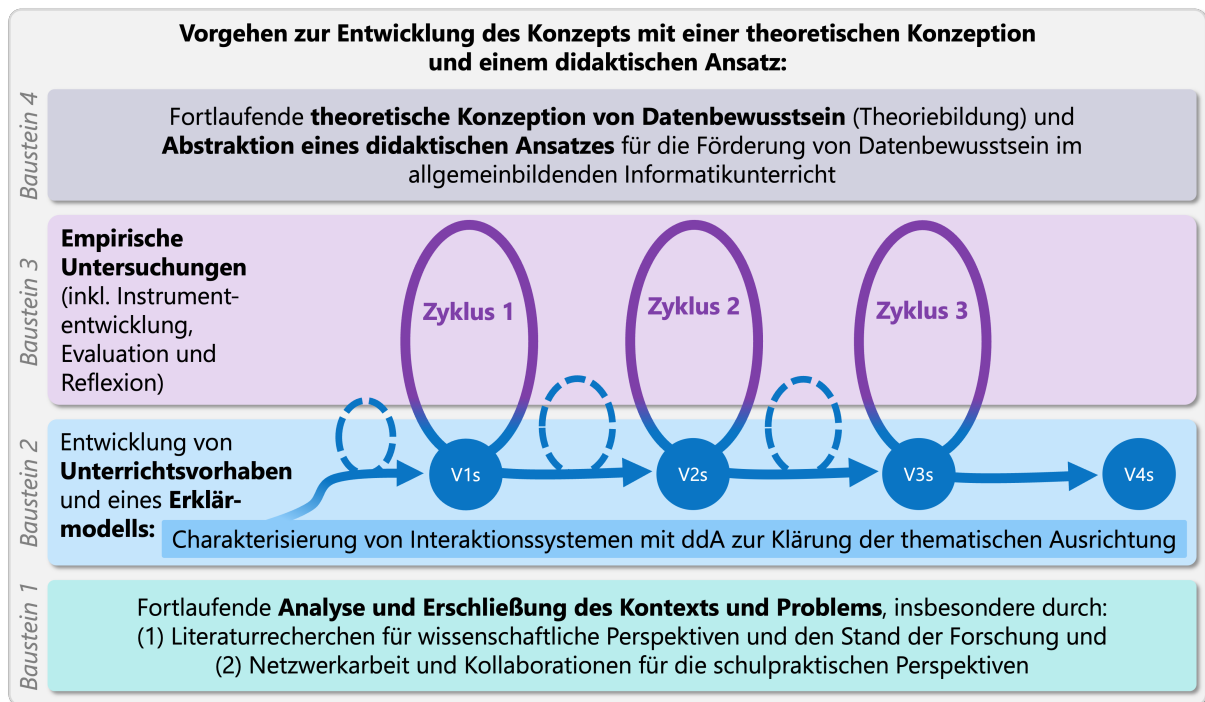


Abbildung 3.1: Vorgehensmodell für dieses Dissertationsvorhaben: Die Bereiche sind miteinander verzahnt und in einem hermeneutischen Sinne der kontinuierlichen Verfeinerung und Erweiterung zu verstehen. Zyklen als praktische Erprobungen sind in gestrichelter Linie und empirische Untersuchungen in durchgezogener Linie dargestellt.

2016) – eine kontinuierlich begleitende Phase des Vorhabens dar. Ein Grund dafür ist die im Verlauf des Vorhabens zunehmende Klarheit über das Verständnis und die Bedeutung von Datenbewusstsein. Darüber hinaus spielen auch Erkenntnisse aus der fortlaufenden Zusammenarbeit mit Lehrkräften eine Rolle, die ebenfalls als Teil der Erschließung des Kontextes verstanden wird. Weitere Ergänzungen ergeben sich im Verlauf des Vorhabens beispielsweise im Rahmen empirischer Untersuchungen, in denen bestimmte Theorien und Ansätze erarbeitet werden. Demzufolge ist diese Erschließung des Kontexts und des Problems als fortlaufender Baustein im Vorgehensmodell integriert, der die Grundlage für die anderen Bausteine bildet, wie in Abbildung 3.1 durch den unteren Kasten dargestellt ist.

In Orientierung an der Phasenbeschreibung der Analyse und Exploration von McKenney und Reeves (2019), prägen zwei wesentliche Elemente diesen Baustein: (1) wissenschaftliche Perspektiven und der Stand der Forschung sowie (2) schulpraktische Perspektiven. Die *wissenschaftlichen Perspektiven und der Stand der Forschung* können beispielsweise mit Literaturrecherchen (beziehungsweise Literaturreviews) oder empirische Untersuchungen erschlossen werden (vgl. McKenney & Reeves, 2019, S. 98-114). In dieser Arbeit wurden dazu im Wesentlichen kontinuierliche Literaturrecherchen durchgeführt, um beispielsweise Theorien der Ausgangslage dieses Vorhabens zu erarbeiten. Die zentralen Ergebnisse daraus sind in Kapitel 2 dargestellt. Darüber hinaus haben auch die eigenen empirischen Untersuchungen einen Beitrag dazu geleistet, etwa durch Ergebnisse aus Pretests, die Erkenntnisse über die konkreten Zielgruppen des Vorhabens lieferten, die mit dem Stand der Forschung verglichen werden können (als Beispiel für eine konkrete Auswertung solcher Erkenntnisse, siehe: Höper, Schulte & Mühling, 2024b).

Hinsichtlich der *schulpraktischen Perspektiven* wurden, wie im Modell von McKenney und Reeves (2019) beschrieben, Eindrücke und Einblicke von Lehrkräften aus der Schulpraxis eingebunden. Aufbauend auf den Kollaborationen im Projekt Data Science und Big Data an der Universität Paderborn (ProDaBi; www.prodabi.de) sowie auf Lehrkräftefortbildungen und -workshops, die im Kontext dieses Dissertationsvorhabens entwickelt und mehrfach durchgeführt wurden, konnte im Verlauf des Vorhabens ein individuelles Netzwerk mit Lehrkräften aufgebaut. Die Zusammenarbeit mit diesen Lehrkräften umfasste unter anderem den Austausch über Unterrichtsmaterialien und das Einholen von Feedback dazu sowie die Kooperation bei empirischen Untersuchungen im Rahmen der Zyklen, die später im Rahmen von Baustein 3 beschrieben werden. Hervorzuheben sind dabei insbesondere die Lehrkräftefortbildungen und -workshops, aus denen Anregungen und Ideen für die Entwicklung der Unterrichtsvorhaben gewonnen werden konnten. Dadurch gingen Praxiserfahrungen verschiedener Lehrkräfte in das Vorhaben ein.

Dieser Baustein ist eng mit den anderen Bausteinen verknüpft und bildet eine zentrale Grundlage der gesamten Arbeit. Darüber hinaus bestehen Überschneidungen mit anderen Bausteinen, etwa zu den empirischen Zyklen, die vom Lehrkräftenetzwerk profitierten und gleichzeitig zu dessen Aufbau beitrugen.

Baustein 2: Entwicklung von Unterrichtsvorhaben und eines Erklärmodells

Dieser Baustein knüpft vor allem an die Phasen des Design-Gegenstands und der Design-Konzeption von Lehmann-Wermser und Konrad (2016) an. Diese Phasen sind für dieses Vorhaben insofern besonders relevant, als dass für die Konzeptentwicklung eine Klärung der thematischen Ausrichtung des Konzepts notwendig ist, also eine Spezifizierung des Lerngegenstands. Im Rahmen der Arbeit muss also geklärt werden, was ddA sind, was sie auszeichnet und was Schüler:innen im Sinne der Förderung von Datenbewusstsein über ddA lernen sollen. Dieser Baustein gliedert sich in zwei Teile: (1) die Erschließung des Lerngegenstands (siehe Design-Gegenstand), die sich im Laufe des Vorhabens als Entwicklung eines Erklärmodells für Interaktionssysteme mit ddA herausgestellt hat, und (2) die Entwicklung konkreter Unterrichtsvorhaben für den Informatikunterricht (siehe Design-Konzeption).

In der Phase des Design-Gegenstands werden unter anderem der Lerngegenstand und die Ziele aus fachdidaktischer Perspektive spezifiziert und ausdifferenziert (vgl. Lehmann-Wermser & Konrad, 2016). Da die Ausdifferenzierung der Zielsetzungen eng mit der theoretischen Konzeption von Datenbewusstsein zusammenhängt, werden die Zielsetzungen im Rahmen des vierten Bausteins zur theoretischen Konzeption und zum didaktischen Ansatz erarbeitet. Die (fachdidaktische) Klärung des Lerngegenstands hingegen ist wesentlicher Bestandteil des zweiten Bausteins. Dazu erfolgt im Rahmen dieses Vorhabens eine inhaltliche Charakterisierung von Interaktionssystemen mit ddA, die zur Klärung der thematischen Ausrichtung des Konzepts beiträgt. Die Betrachtung von ddA im Kontext von Interaktionssystemen orientiert sich am HIS-Rahmen, der für diese Arbeit als Ausgangslage dient (siehe Abschnitt 2.3). Diese Charakterisierung ist keine rein fachliche Analyse dieser Interaktionssysteme, sondern orientiert sich an der didaktischen Rekonstruktion (vgl. Kattmann et al., 1997) und der Dualitätsrekonstruktion als informatikdidaktische Interpretation dieses Ansatzes (vgl. Schulte, 2008, 2009). Die Aufarbeitung eines Verständnisses dieser Interaktionssysteme mit ddA erfolgt somit aus einer fachdidaktischen Perspektive, wobei insbesondere die Schüler:innenperspektiven berücksichtigt

KAPITEL 3. VORGEHEN DES DISSERTATIONSVORHABENS

werden (vgl. Kattmann et al., 1997) – diese werden beispielsweise im Abschnitt 2.6 diskutiert. Die Charakterisierung dieser spezifischen Art von Interaktionssystemen wird in Abschnitt 4.2 dargestellt. Sie dient insgesamt der Beantwortung der ersten Forschungsfrage des Dissertationsvorhabens, die auf die Konkretisierung der Rolle von Daten in diesen Interaktionssystemen mit ddA abzielt (siehe RQ1_{Diss} in Abschnitt 1.2).

Im Verlauf des Vorhabens zeigte sich, dass mit dieser Charakterisierung der Interaktionssysteme ein Erklärmodell für Interaktionssysteme mit ddA entwickelt wurde, das zunächst als Grundlage für die Planung der Unterrichtsvorhaben diente und später zusätzlich als konkreter Lerngegenstand erkannt wurde. Das Erklärmodell beschreibt somit die thematische Ausrichtung des Konzepts. Es wird in Abschnitt 4.4.2 aufbauend auf der Charakterisierung der Interaktionssysteme mit ddA erläutert. Die Charakterisierung dieser Interaktionssysteme und die damit verbundene Entwicklung des Erklärmodells erfolgte im Wesentlichen literaturbasiert. Darüber hinaus trugen auch die Zusammenarbeit mit Lehrkräften und die empirischen Untersuchungen dazu bei. So konnten beispielsweise Ideen zum Abstecken der inhaltlichen Charakterisierungen, zur Verbesserung der Verständlichkeit des Erklärmodells sowie zur Schärfung der Konzepte im Erklärmodell abgeleitet werden. Diese Phase steht in enger Verknüpfung mit den anderen Bausteinen, insbesondere mit der Analyse und Erschließung des Kontexts und Problems (Baustein 1) sowie mit der theoretischen Konzeption (Baustein 4).

Der zweite Teil dieses Bausteins befasst sich mit der Entwicklung konkreter Unterrichtsvorhaben für den Informatikunterricht. Diese Entwicklung orientiert sich an der Design-Konzeption von Lehmann-Wermser und Konrad (2016) beziehungsweise der Entwurfs- und Konstruktionsphase von McKenney und Reeves (2019). Zentrales Ziel ist die Gestaltung von Lernumgebungen, in diesem Fall der Unterrichtsvorhaben. Die Unterrichtsentwicklung baut vor allem auf dem ersten Teil dieses Bausteins sowie auf den Erkenntnissen aus Baustein 1 auf und orientiert sich an der theoretischen Konzeption sowie der Entwicklung des didaktischen Ansatzes in Baustein 4. Das Ziel der Unterrichtsvorhaben ist die Umsetzung der Ziele des Konzepts sowie des didaktischen Ansatzes (siehe Baustein 4). Sie bilden zudem die Grundlage für die Interventionen in den Zyklen des Vorhabens, in denen beispielsweise anhand der Unterrichtsvorhaben die theoretische Konzeption von Datenbewusstsein empirisch untersucht werden kann. Die Entwicklung der Unterrichtsvorhaben erstreckt sich daher über das gesamte Vorhaben, da sie über die Zyklen hinweg durchgeführt, getestet, angepasst und weiterentwickelt werden. Im Vorgehensmodell in Abbildung 3.1 werden die Versionen der beiden Unterrichtsvorhaben durch die Kreise im Baustein 2 dargestellt (V1s, V2s, ...). Da sich diese Arbeit auf den allgemeinbildenden Informatikunterricht bezieht, sind die Unterrichtsvorhaben auf die Jahrgangsstufen 5 bis 10 ausgerichtet. Im Verlauf des Dissertationsvorhabens wurden zwei Unterrichtsvorhaben entwickelt. Das zweite wurde aufgrund der Genese des Erklärmodells und der Zielsetzungen des Konzepts entworfen, um bestimmte Aspekte des Konzepts gezielt abzudecken und zu untersuchen. Beide Unterrichtsvorhaben folgen im Allgemeinen derselben didaktischen Idee, unterscheiden sich jedoch inhaltlich. Im Verlauf des Vorhabens wurde ersichtlich, dass sich das erste Unterrichtsvorhaben insbesondere für jüngere Schüler:innen der Zielgruppe eignet, während das zweite aufgrund seiner höheren inhaltlichen Komplexität eher für ältere Schüler:innen zugeschnitten ist. Die beiden Unterrichtsvorhaben sowie ihre Gemeinsamkeiten und Unterschiede werden im Kapitel 5 in ihrer finalen Version zusammengefasst.

Zusammenfassend setzt sich der zweite Baustein aus der Ausdifferenzierung der thematischen Ausrichtung des Konzepts, das in einem Erklärmodell mündete, sowie der konkreten Planung von zwei Unterrichtsvorhaben zusammen. Das Erklärmodell ist dabei eine zentrale Grundlage für die Unterrichtsentwicklung und – wie später im Vorhaben erkannt – konkreter Lerngegenstand innerhalb der Unterrichtsvorhaben. Im Verlauf des Forschungsvorhabens wurden das Erklärmodell und die Unterrichtsvorhaben durch die iterativen Zyklen kontinuierlich weiterentwickelt

Baustein 3: Praktische und Empirische Evaluation Ein wesentlicher Aspekt der Zyklen in DBR-Vorhaben ist die empirische Untersuchung des Designs beziehungsweise der Unterrichtsvorhaben, wie sie beispielsweise als Teil der Design-Erprobung bei Lehmann-Wermser und Konrad (2016) oder in der Evaluations- und Reflexionsphase bei McKenney und Reeves (2019) beschrieben werden.

Aufgrund der zuvor diskutierten unterschiedlichen Orientierungen und der damit verbundenen Unterschiede hinsichtlich des Schwerpunkts auf die Weiterentwicklung des Designs beziehungsweise der Theoriebildung (siehe: McKenney & Reeves, 2019; Sandoval, 2014) wurden in diesem Dissertationsvorhaben zwei verschiedene Arten von Zyklen umgesetzt. Einerseits besteht der Bedarf, konkrete Unterrichtsinterventionen und -materialien zu entwickeln, in der Praxis zu erproben, zu untersuchen und weiterzuentwickeln. Andererseits ergibt sich der Bedarf, die theoretische Konzeption von Datenbewusstsein zu untersuchen und beispielsweise die Ergebnisse oder Wirkungen der Unterrichtsinterventionen im Hinblick auf die Zielsetzungen des Konzepts zu analysieren. Diese verschiedenen Ziele beschreiben die grundlegende Idee der beiden Arten von Zyklen. Mit solchen Schwerpunkten bei den Zyklen werden unterschiedliche Fragestellungen betrachtet und sind verschiedene Herangehensweisen erforderlich (vgl. McKenney & Reeves, 2019). Demzufolge werden folgende zwei Arten von Zyklen unterschieden: (1) praktische Erprobungen der Unterrichtsvorhaben und (2) empirische Untersuchungen zur Evaluation der theoretischen Annahmen. Zyklen dieser beiden Arten weisen unterschiedliche Eigenschaften auf, die nachfolgend beschrieben und in Tabelle 3.1 gegenübergestellt werden.

Bei den praktischen Erprobungen handelt es sich eher um typischerweise kleinere Zyklen, in denen vorrangig praktische Erfahrungen gesammelt werden sollen. Sie orientieren sich in der Regel an Untersuchungen „on interventions“, wie es McKenney und Reeves (2019) bezeichnen. Eine solche Erprobung kann sich neben den Unterrichtsvorhaben auch auf andere Elemente, etwa Messinstrumente, beziehen. Diese Zyklen sind eher als Zwischenschritte zwischen den empirischen Untersuchungen zur Evaluation des Konzepts zu verstehen. Ein Ziel kann darin bestehen, die Unterrichtsvorhaben zu testen, eigene Erfahrungen damit zu sammeln, konkrete Materialien zu prüfen und auf dieser Basis die Unterrichtsvorhaben weiterzuentwickeln. Neben eigenen Unterrichtsdurchführungen sind etwa auch teilnehmende Beobachtungen relevant, um Anregungen und Ideen für die Weiterentwicklung der Unterrichtsvorhaben, die Konzeptentwicklung oder die zukünftige empirische Arbeit zu gewinnen. Ein weiterer relevanter Aspekt im Zusammenhang mit den praktischen Erprobungen ist die zuvor angesprochene Lehrkräftefortbildung, in denen Lehrkräfte unter anderem parallel die Unterrichtsvorhaben durchgeführt und ihre Erfahrungen in den Fortbildungen reflektiert haben. Vereinzelt wurden im Laufe des Dissertationsvorhabens Arbeitsergebnisse aus solchen praktischen Erprobungen auch genauer ausgewertet – etwa in einem Artikel, der auf der IASE 2021 Satellite Conference

Tabelle 3.1: Gegenüberstellung zweier Arten von Zyklen in diesem Dissertationsvorhaben

	Praktische Erprobungen	Empirische Untersuchungen zur Evaluation
<i>Primäres Ziel</i>	Praktische Erfahrungen sammeln, Messinstrumente testen, Durchführbarkeit testen, Ideen für die Entwicklung der Unterrichtsvorhaben und Instrumente sammeln	Exploration und Überprüfung der theoretischen Konzeption von Datenbewusstsein, dessen Zielsetzungen und des didaktischen Ansatzes
<i>Fokus</i>	Design Conjectures testen	Theoretical Conjectures untersuchen
<i>Rolle der Unterrichtsvorhaben</i>	Unterrichtsvorhaben und Materialien testen und weiterentwickeln	Betrachtung als Ganzes; Mittel zum Zweck für die empirische Untersuchung
<i>Teilnehmende Schulklassen</i>	In der Regel wenige Schulklassen nacheinander	In der Regel mehrere Schulklassen parallel
<i>Primäre Rolle des Forschenden</i>	Unterricht selbst durchführen, eng mit Lehrkräften austauschen, Unterrichtsvorhaben weiterentwickeln	Empirische Untersuchung planen, durchführen und auswerten
<i>Datenerhebung und Instrumente</i>	Eigene Durchführung, teilnehmende Beobachtung, Diskussionen mit Lehrkräften, Messinstrumente testen	Datenerhebung mit Fragebögen oder Interviews, systematische Auswertung
<i>Verhältnis der beiden Zyklenarten zueinander</i>	Ideengeber für und Vorstudien zu den Untersuchungen	Anlass für Weiterentwicklungen, inkl. der Materialien der Unterrichtsvorhaben, die danach praktisch erprobt werden können oder sollten

vorgestellt wurde (siehe: Höper et al., 2022).

Die empirischen Untersuchungen zur Evaluation beziehen sich auf Untersuchungen „through interventions“ (siehe: McKenney & Reeves, 2019) und damit auf die theoretischen Annahmen zu den Ergebnissen und Wirkungen der Interventionen. In diesem Vorhaben dienen diese Zyklen der Exploration und Überprüfung der theoretischen Konzeption von Datenbewusstsein sowie des didaktischen Ansatzes. Eine solche empirische Untersuchung ist Teil dessen, was beispielsweise McKenney und Reeves (2019) mit ihrer Evaluations- und Reflexionsphase beschreiben. Nach McKenney und Reeves umfasst eine empirische Untersuchung etwa folgende Schritte: „planning (establish focus, frame questions, select strategies, determine methods, document plan), fieldwork (prepare instruments, engage participants, collect data), and meaning making (analyze data, consider findings, report study)“ (McKenney & Reeves, 2019, S. 162). Diese Schritte einer empirischen Untersuchung können im Sinne einer empirischen Studie interpretiert werden. Über den Fokus der eigentlichen Untersuchung hinaus sind auch mögliche Nebenwirkungen relevant, wie sie Tulodziecki (1983) beschrieben hatte, also Wirkungen der Unterrichtsintervention, die nicht direkt Teil der Untersuchungsziele sein müssen. Auf solche Beobachtungen oder Feststellungen sollte geachtet werden, da sie als Impulse für weitere Überlegungen und

Untersuchungen dienen können. Im Hinblick auf die Evaluations- und Reflexionsphase von McKenney und Reeves (2019) schließt sich an einen solchen Prozess eine Reflexion des Zyklus an, bei der entsprechende Erkenntnisse abgeleitet und neue Ideen generiert werden – was auch zum vierten Baustein gehört. Die Unterrichtsintervention wird in einem solchen Zyklus in der Regel als Ganzes betrachtet und dient eher als Mittel zum Zweck für die Untersuchung der Wirkungen der Intervention und der Lernergebnisse. Dabei spielen sowohl quantitative als auch qualitative Datenerhebungen und -auswertungen eine zentrale Rolle, um gezielt Erkenntnisse für das Konzept Datenbewusstsein zu gewinnen. Dies umfasst ebenfalls die Entwicklung geeigneter Messinstrumente.

Dieser Baustein steht im engen Zusammenhang mit den anderen Bausteinen, insbesondere für den vierten Baustein spielt er eine zentrale Rolle. In Abbildung 3.1 werden die Zyklen als verbindendes Element zwischen dem zweiten und dem dritten Baustein dargestellt. Wie bereits beschrieben, setzt die vorliegende Arbeit den Fokus auf die Entwicklung des Konzepts Datenbewusstsein mit seiner theoretischen Konzeption, den Zielsetzungen und dem didaktischen Ansatz. Die detaillierte Optimierung konkreter Materialien in den Unterrichtsvorhaben nimmt in dieser Arbeit eine untergeordnete Rolle ein. Deshalb werden insbesondere jene Zyklen beschrieben, die empirische Untersuchungen zur Evaluation des Konzepts beinhalten.

Insgesamt umfasst das Forschungsvorhaben drei Zyklen empirischer Untersuchungen, die in den Kapiteln 6, 7 und 8 vorgestellt werden. Die drei Zyklen dienen der Beantwortung der Forschungsfragen RQ2_{Diss}, RQ3_{Diss} und RQ4_{Diss} des Dissertationsvorhabens (siehe Abschnitt 1.2). Daran anknüpfend werden in den Zyklen konkrete Forschungsfragen für die jeweiligen Untersuchungen formuliert. Ein Überblick zu den Zyklen findet sich in Abschnitt 1.3. Der erste Zyklus fokussiert im Wesentlichen das Verstehen und Reflektieren der Rolle von Daten in Interaktionen mit ddA sowie die Förderung dessen im Unterricht. Im zweiten Zyklus steht im Mittelpunkt, inwiefern Schüler:innen das Gelernte in den Unterrichtsvorhaben mit ihrem Alltag verknüpfen können und welche subjektive Bedeutsamkeit sie dem Lernen über ddA im Sinne Datenbewusstseins beimessen. Im dritten Zyklus liegt der Fokus auf der Förderung des Verständnisses des Erklärmodells und der Handlungsfähigkeit der Schüler:innen in ihren alltäglichen Interaktionen mit ddA.

Zusätzlich zu den drei genannten Zyklen sind in Abbildung 3.1 kleinere Zyklen zwischen den empirischen Untersuchungen dargestellt, die repräsentativ für mehrere praktische Erprobungen zwischen den drei Zyklen stehen.

Im Hinblick auf die empirische Arbeit in diesem Dissertationsvorhaben sei an dieser Stelle angemerkt, dass für die empirischen Untersuchungen ein positives Votum der Ethikkommission der Universität Paderborn vorliegt und die jeweiligen Datenerhebungen gemäß der Datenschutzrichtlinie auf informierte Einwilligungen beruhen.

Baustein 4: Theoretische Konzeption und didaktischer Ansatz Der vierte Baustein widmet sich konkret der Entwicklung und Abstraktion des Konzepts. Dies umfasst die theoretischen Konzeption von Datenbewusstsein (inkl. der Zielsetzungen des Konzepts) sowie den didaktischen Ansatz zur Förderung von Datenbewusstsein. Hervorzuheben ist die Rolle der Zyklen, aus denen anknüpfend an die Idee der Reflexion als Teil der Evaluations- und Reflexionsphase aus dem Modell von McKenney und Reeves (2019) Erkenntnisse für die Theoriebildung und den didaktischen Ansatzes gewonnen werden. Ein ähnlicher Schritt findet sich im Bremer Modell mit der Design-Theorie, bestehend aus ei-

ner lokalen Theorie und dem Referenz-Design, die durch die Ergebnisse aus dem Vorhaben entworfen wird (vgl. Lehmann-Wermser & Konrad, 2016). Im Rahmen der theoretischen Konzeption geht es insbesondere darum zu klären, was Datenbewusstsein generell bedeutet, was die Zielsetzungen des Konzepts sind und wie sich Datenbewusstsein äußert. Das Konzept wird in diesem Vorhaben, wie bereits im Hinblick auf Baustein 2 diskutiert, in zwei Unterrichtsvorhaben umgesetzt. Im Verlauf des Vorhabens wurden diese mehrfach erprobt, empirisch untersucht und weiterentwickelt. Dadurch konnten wichtige Designmerkmale herausgearbeitet werden. Diese spezifischen Designmerkmale zur Förderung von Datenbewusstsein bilden auf einer abstrakteren Ebene einen didaktischen Ansatz – in diesem Fall das Lernen von Erklärmodellen. Die Entwicklung dessen bildet den zweiten zentralen Aspekt dieses Bausteins. Im Hinblick auf das Bremer Modell wird das Referenz-Design somit in dieser Arbeit als didaktischer Ansatz verstanden und exemplarisch in zwei Unterrichtsvorhaben umgesetzt.

Lehmann-Wermser und Konrad (2016) positionieren den Schritt der Design-Theorie hinter den Zyklen. Im Gegensatz dazu begleitet der vierte Baustein das gesamte Vorhaben und findet nicht erst am Ende des Vorhabens statt. So wird der vierte Baustein im Vorgehensmodell (siehe Abbildung 3.1) als fortlaufender Kasten über den anderen drei Bausteinen dargestellt. Dies soll zudem verdeutlichen, dass dieser Baustein auf den anderen aufbaut und aus diesen heraus entwickelt und abstrahiert wird. Zum Beispiel steht die theoretische Konzeption von Datenbewusstsein in Wechselwirkung mit der Literatuarbeit (Baustein 1) und den Operationalisierungen für die empirischen Untersuchungen (Baustein 3). Ähnlich trägt die Entwicklung der Unterrichtsvorhaben und des Erklärmodells aus Baustein 2 zur Entwicklung des didaktischen Ansatzes bei. Umgekehrt beeinflusst der vierte Baustein, etwa mit der Spezifizierung und Ausdifferenzierung der theoretischen Konzeption, die anderen drei Bausteine. Die konzeptionelle Arbeit begann somit bereits am Anfang des Vorhabens und wurde seitdem immer wieder überprüft, diskutiert und weiterentwickelt.

Im Hinblick auf die Theoriebildung im Vorhaben ist anzumerken, dass Theorie an verschiedenen Stellen eine Rolle spielt. Um dies zu spezifizieren, bietet folgende Zusammenfassung von McKenney und Reeves eine Orientierung: Theorie „(a) underpins the design of an intervention; (b) frames the scientific inquiry; and (c) is advanced by findings generated through empirical testing of the intervention“ (McKenney & Reeves, 2019, S. 18). So erfolgt in diesem Vorhaben etwa eine Aufarbeitung der Theorie (im Wesentlichen als Teil von Baustein 1 beschrieben), die für die Bausteine 2 und 3 relevant ist – was die ersten beiden Aspekte von McKenney und Reeves (2019) widerspiegelt. Der dritte Aspekt beschreibt die Theoriebildung, die im vierten Baustein verortet wird, sodass sie als eines der zentralen Ergebnisse verstanden werden kann, wo der theoretische und praktische Beitrag zusammengefasst, abstrahiert und reflektiert wird.

Anknüpfend an die zuvor diskutierten verschiedenen Reichweiten von Theorien (lokale Theorien, Theorien mittlerer Reichweite und übergeordnete Theorien) (siehe: McKenney & Reeves, 2019, S. 39-41) zielt die vorliegende Arbeit auf theoretischen Erkenntnissen über lokale Theorien hinaus ab. Da in den Zyklen verschiedene Lehrkräften und Lerngruppen eingebunden sowie zwei verschiedene Unterrichtsvorhaben verwendet werden, sollen Ergebnisse gewonnen werden, die nicht wie bei lokalen Theorien eng an spezifischen Lerngruppen gebunden sind. Die theoretischen Beiträge dieser Arbeit zielen also auf die Ebene der Theorien mittlerer Reichweite ab.

3.3 VORGEHEN DIESES FORSCHUNGSVORHABENS

Insgesamt liefert der vierte Baustein die wesentlichen Beiträge zur Beantwortung der beiden Leitfragen des Dissertationsvorhabens (siehe Abschnitt 1.2). Die erste Leitfrage bezieht sich auf die theoretische Konzeption von Datenbewusstsein. Die zweite hingegen betrifft die Förderung von Datenbewusstsein im Informatikunterricht, die im didaktischen Ansatz aufgegriffen wird. Die theoretische Konzeption von Datenbewusstsein wird einschließlich der Zielsetzungen des Konzepts in Abschnitt 4.3 erläutert, während der didaktische Ansatz in Abschnitt 4.4 dargestellt wird.

Zusammenfassend folgt dieses Dissertationsvorhaben dem DBR-Ansatz, um damit das Konzept Datenbewusstsein zu entwickeln und zu evaluieren. Die Kernmerkmale des Vorgehens sind in der Abbildung 3.1 zusammengefasst. Wesentliche Elemente des Vorgehens sind die Analyse und Erschließung wissenschaftlicher und schulpraktischer Perspektiven (Baustein 1), die Entwicklung eines Erklärmodells und zweier Unterrichtsvorhaben (Baustein 2), die Planung, Durchführung und Auswertung empirischer Untersuchungen (Baustein 3) sowie die zusammenführende Entwicklung der theoretischen Konzeption und Abstraktion des didaktischen Ansatzes (Baustein 4). Anzumerken sei an dieser Stelle, dass die verschiedenen Bausteine in einer Wechselwirkung stehen, sich also gegenseitig beeinflussen. Die Parallelität der Darstellung der Bausteine in Abbildung 3.1 weicht somit von der Zyklen-Idee von McKenney und Reeves (2019) ab, bei der neben den empirischen Zyklen auch alle anderen Schritte als Sub-Zyklen dargestellt werden (siehe etwa Abbildung 3.4 in: McKenney & Reeves, 2019, S. 84). Die Entscheidung diese Darstellung der Abfolge von Sub-Zyklen nicht zu übernehmen ist darin begründet, dass dies einen strukturierten linearen Ablauf von verschiedenen Sub-Zyklen suggeriert, dies aber im praktischen Vorgehen so nicht immer eingehalten wird. Wenn zum Beispiel eine Operationalisierung für eine empirische Untersuchung innerhalb eines Zyklus vorgenommen wird, kann gleichzeitig auch eine theoretische Schärfung der Konzeption durch weitere Recherchen zu wissenschaftlichen Theorien stattfinden. Eine Überschneidung dieser Phasen ist also im Vorgehen nicht streng zu vermeiden. Die Darstellung in Abbildung 3.1 soll daher eher die Strukturierung der verschiedenen Bereiche darstellen und einen dynamischen Wechsel zwischen den verschiedenen Bausteinen erlauben sowie die drei empirischen Zyklen hervorheben.

Für die Darstellung des Dissertationsvorhabens in der vorliegenden Arbeit liegt der Fokus auf der Beschreibung des Konzepts mit der zugehörigen theoretischen Konzeption und dem didaktischen Ansatz. Eine ausführliche Erläuterung der Genese der Unterrichtseinheiten sowie der verschiedenen Varianten des Erklärmodells würde den Umfang der vorliegenden Arbeit überschreiten. Daher werden diese jeweils in der finalen Version dargestellt. Im Rahmen der Reflexionen der Zyklen werden wichtige Erkenntnisse dahingehend beschrieben.

Konzept Datenbewusstsein

Hinweis zur vorherigen Veröffentlichung von Teilen dieses Kapitels

Die Darstellung des Konzepts Datenbewusstsein wurde bereits in verschiedenen Artikeln aufgegriffen. Diese fokussieren sich jedoch in der Regel auf einzelne Aspekte und unterscheiden sich teilweise bedingt durch das Vorgehen in diesem Forschungsvorhaben (siehe: Höper & Schulte, 2021a, 2021b, 2024a, 2024b; Höper, Schulte & Benzmüller, 2024; Höper, Schulte & Mühling, 2024a). Der didaktische Ansatz zum Lernen von Erklärmodellen als Teil des Konzepts Datenbewusstsein wurde bereits teilweise in empirischen Arbeiten beschrieben (siehe: Höper & Schulte, 2024b; Höper, Schulte & Mühling, 2024a) sowie in einem weiteren Artikel unabhängig vom Konzept Datenbewusstsein erläutert (siehe: Höper & Schulte, 2024c).

Zusammenfassung dieses Kapitels

In diesem Kapitel wird das Konzept Datenbewusstsein erläutert, wie es im Rahmen dieses Dissertationsvorhabens entwickelt und evaluiert wurde. Das Konzept umfasst eine inhaltliche Charakterisierung von Interaktionssystemen mit ddA, eine theoretischen Konzeption von Datenbewusstsein samt der Zielsetzungen sowie einen didaktischen Ansatz. Die theoretische Konzeption und die Zielsetzungen von Datenbewusstsein orientieren sich an dem in Kapitel 2 dargestellten Verständnis informatischer Bildung und den Anforderungen an das Lernen über eine datengetriebene Welt. Als didaktischer Ansatz wird in Unterrichtsvorhaben ein Erklärmodell vermittelt (siehe Kapitel 5). Dies folgt der Grundidee des Lehren und Lernens eines Erklärmodells für eine spezifische Art von Interaktionssystemen. Das konkrete Erklärmodell für Datenbewusstsein wird aus der inhaltlichen Charakterisierung der in dieser Arbeit betrachteten Art von Interaktionssystemen mit ddA abgeleitet.

4.1 Überblick zur Darstellung des Konzepts in diesem Kapitel

In diesem Kapitel wird das Konzept Datenbewusstsein beschrieben. Es basiert auf den Erkenntnissen aller vier Bausteine des Vorgehensmodells dieses Forschungsvorhabens, zentrale Elemente sind die Erarbeitung einer theoretischen Konzeption und die Abstraktion eines didaktischen Ansatzes aus dem vierten Baustein (siehe Abbildung 3.1). Hervorzuheben ist an dieser Stelle, dass die empirischen Zyklen dieser Arbeit eine zentrale Rolle für die Entwicklung und Evaluation des Konzepts gespielt haben, wie etwa bei der Schärfung der Konzeption, der Theorieentwicklung und der Ausarbeitung des didaktischen Ansatzes. Die Zyklen werden später in den Kapiteln 6 bis 8 näher beschrieben.

Das Konzept Datenbewusstsein als zentrales Ergebnis dieser Arbeit setzt sich aus drei Bereichen zusammen, die zugleich die Strukturierung dieses Kapitels vorgeben. Diese Bereiche werden nachfolgend kurz beschrieben und in Abbildung 4.1 überblicksartig dargestellt.

1. **Inhaltliche Charakterisierung der Interaktionssysteme mit ddA:** Im Abschnitt 4.2 wird die thematische Ausrichtung von Datenbewusstsein geklärt. Grundsätzlich können für Datenbewusstsein unterschiedliche Perspektiven auf eine datengetriebene Welt eingenommen werden. So könnte zum Beispiel die Rolle von Daten in unserer Gesellschaft im Fokus stehen, etwa im Hinblick auf Daten über natürliche oder gesellschaftliche Phänomene anstelle persönlicher Daten. Solche Perspektiven finden sich etwa in der Computational Social Science (z.B. Lazer et al., 2009) oder in Diskussionen über Veränderungen in Wirtschaftssystemen wieder (z.B. Zuboff, 2018). In diesem Dissertationsvorhaben wird hingegen die Rolle von Daten in Interaktionen zwischen Mensch (z.B. Schüler:innen) und ddA betrachtet. Dabei handelt es sich um eine spezifische Art von Interaktionssystemen, für deren Betrachtung der zuvor beschriebene HIS-Rahmen als Orientierung dient. In diesem Abschnitt wird daher zunächst der Frage nachgegangen, was genau unter solchen Interaktionssystemen mit ddA in dieser Arbeit verstanden wird. Die Charakterisierung der Besonderheiten dieser speziellen Art von Interaktionssystemen dient somit der Beantwortung der ersten Forschungsfrage des Dissertationsvorhabens (siehe RQ1_{Diss} in Abschnitt 1.2).
2. **Theoretische Konzeption von Datenbewusstsein und dessen Zielsetzungen:** Im Abschnitt 4.3 wird Datenbewusstsein anschließend theoretisch konzeptuiert. Dies umfasst insbesondere die übergeordneten Zielsetzungen sowie die Definition von Datenbewusstsein. Dabei werden vier theoretische Elemente ausführlicher diskutiert, die die Kernbestandteile der theoretischen Konzeption darstellen: der Halt-Stopp-Moment, der Fokuswechsel der Aufmerksamkeit, das Verstehen und Reflektieren durch die Auseinandersetzung mit ddA sowie die Handlungsfähigkeit im Sinne von Datenbewusstsein. In diesen vier theoretischen Elementen spiegelt sich insbesondere die konkrete Verankerung des Konzepts in bildungsorientierten Zielsetzungen wider.
3. **Didaktischer Ansatz zur Förderung von Datenbewusstsein im Informatikunterricht:** Im Abschnitt 4.4 wird der didaktische Ansatz zur Förderung von

Datenbewusstsein im Informatikunterricht erläutert. Dieser wurde in erster Linie aus der Entwicklung und Durchführung konkreter Unterrichtsvorhaben sowie den Erkenntnissen aus den einzelnen Zyklen abgeleitet. Im Kern beschreibt der Ansatz die Idee, ein Erklärmodell zu unterrichten, mit dem Schüler:innen ddA aus ihrem Alltag untersuchen, verstehen und reflektieren können. Dadurch soll ihre Handlungsfähigkeit in ihren alltäglichen Interaktionen mit ddA gefördert werden. Diese Ebene ist nicht mit den konkreten Unterrichtsvorhaben zu verwechseln, die später im Kapitel 5 beschrieben werden.

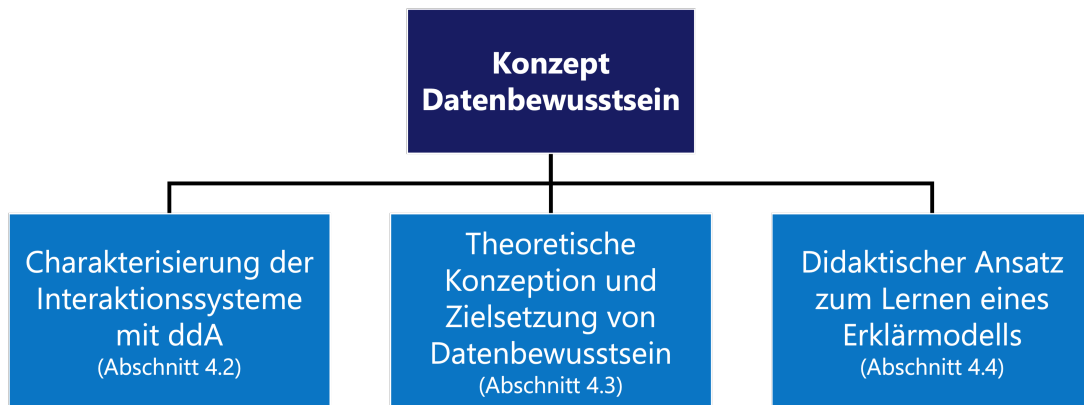


Abbildung 4.1: Überblick über die drei Bereiche des Konzepts Datenbewusstsein, wie es im Kapitel 4 beschrieben wird

4.2 Inhaltliche Charakterisierung der Interaktionssysteme mit ddA

In Anlehnung an die zuvor dargestellte Idee der zu erlernenden Deutungs- und Orientierungsrahmen (oder auch Frames) für ddA (siehe Abschnitt 2.7) ist zunächst zu klären, welche Perspektive Schüler:innen im Sinne Datenbewusstseins auf eine datengetriebene Welt einnehmen beziehungsweise worauf sie ihre Aufmerksamkeit richten sollen. Diese Frage beinhaltet zwangsläufig auch eine normative Wertentscheidung darüber, welche Perspektive auf ddA gewählt und welche Schwerpunkte in den allgemeinbildenden Zielen von Datenbewusstsein gesetzt werden. Neben den Zielsetzungen, die im nächsten Abschnitt beschrieben werden, geht es dabei auch um die thematische Ausrichtung des Konzepts: Welche Sichtweise soll im Kontext von Datenbewusstsein auf ddA eingenommen werden?

Aus dem Alltag kennen Schüler:innen insbesondere die Perspektive der Nutzung verschiedener ddA. Dabei bilden sie in Alltagssituationen gewohnte und erprobte Deutungs- und Orientierungsrahmen, wie es Marotzki (1990) in seinem Bildungskonzept beschreibt. Dies zeigt sich auch in Studien, in denen (Alltags-)Vorstellungen und Fehlvorstellungen von Schüler:innen in Bezug auf solche Technologien untersucht werden (z.B. Alvarado & Waern, 2018; Bucher, 2017; Mertala & Fagerlund, 2024; Mertala et al., 2022; Mühling &

Große-Bölting, 2023). Für Datenbewusstsein wird der Ansatz verfolgt, an die alltäglichen Perspektiven der Schüler:innen anzuknüpfen, um – so die These – eine bedeutungsvolle Rückbindung des Gelernten an alltägliche Situationen zu unterstützen (vgl. dafür, dass die Betrachtung persönlicher Daten in diesem Kontext förderlich sein könnte: Bistrup et al., 2022; Register & Ko, 2020). So soll dazu beigetragen werden, dass das Lernen über ddA im Sinne Datenbewusstseins auch einen allgemeinbildenden Beitrag für den Alltag der Schüler:innen in einer von ddA getriebenen Welt hat.

Deshalb wird in dieser Arbeit eine interaktionsgeprägte Sichtweise auf ddA eingenommen – beispielsweise so, wie sie Schüler:innen aus ihrem Alltag kennen –, wofür die Betrachtungsweise aus dem HIS-Rahmen adaptiert wird (siehe Abschnitt 2.3). Dieser Rahmen schlägt vor, Interaktionssysteme bestehend aus Mensch, digitalem Artefakt und der Interaktion zwischen diesen beiden Akteuren zu betrachten. Da es in dieser Arbeit um ddA als spezielle Art digitaler Artefakten geht, werden in diesem Abschnitt die Besonderheiten dieser spezifischen Interaktionssysteme mit ddA charakterisiert. Der HIS-Rahmen wird dafür entsprechend adaptiert und auf ddA bezogen interpretiert. Um die Anknüpfung an die Alltagsperspektiven der Schüler:innen zu unterstützen, wird dabei vorrangig von einer individuellen Betrachtungsebene dieser Interaktionssysteme mit ddA ausgegangen.

Die Charakterisierung fokussiert sich auf die Besonderheiten dieser Interaktionssysteme und insbesondere auf die Rolle von (persönlichen) Daten innerhalb dieser Interaktionssysteme. In Anlehnung an die Theorie der dualen Natur technischer Artefakte (z.B. Houkes, 2006; Kroes, 1998; Vermaas, 2006), wie sie auch im HIS-Rahmen verwendet wird, stellen sich dafür unter anderem Fragen zur technischen Funktionsweise und Beschaffenheit von ddA und der Datenpraktiken sowie zu den zugrunde liegenden Zwecken. Bezogen auf die Rolle von Daten in diesen Interaktionssystemen sind daher beispielsweise die Fragen relevant, wo und wie persönliche Daten erhoben oder generiert, wie diese verarbeitet und verwendet werden und zu welchen Zwecken dies geschieht. Im Verlauf des Forschungsvorhabens wurden dahingehend verschiedene Aspekte dieser Interaktionssysteme mit ddA untersucht. In der Tabelle 4.1 werden dazu die Leitfragen aufgeführt, die in den folgenden Abschnitten thematisiert werden.

Tabelle 4.1: Leitfragen für die Charakterisierung der Interaktionssysteme mit ddA im Rahmen der Entwicklung des Konzepts Datenbewusstsein

Leitfragen zur Charakterisierung	Abschnitt
Was sind ddA?	4.2.1
Welche Rolle spielen Daten in den Interaktionssystemen mit ddA?	4.2.2
• Wie werden in der Interaktion zwischen Mensch und ddA (persönliche) Daten erhoben und generiert? • Wie werden die Daten verarbeitet und welche Rolle spielen dabei Datenmodelle über Nutzende? • Wozu werden die erhobenen und generierten Daten und Datenmodelle verarbeitet?	
Was sind die Besonderheiten der Interaktion in diesen Interaktionssystemen?	4.2.3

4.2.1 Datengetriebene digitale Artefakte (ddA)

Der Begriff der datengetriebenen digitalen Artefakte (ddA) wurde bereits mehrfach zuvor verwendet und eingangs kurz beschrieben. In diesem Abschnitt werden nun die Besonderheiten dieser Art von digitalen Artefakten konkreter geklärt. Mit ddA wird auf eine spezifische Art von digitalen Artefakten referenziert, deren Funktionsweise *datengetrieben* ist. Dabei spielen also Daten eine prägende Rolle für die Funktionsweise des Artefakts. Zur Begriffsbestimmung wird jedoch zunächst ein Blick auf digitale Artefakte gerichtet, deren Funktionsweise mit klassischen Algorithmen umgesetzt ist (vgl. für weitere Diskussionen dazu: Höper & Schulte, 2023; Höper, Schulte & Benz Müller, 2024; Tedre et al., 2021).

Bei einem algorithmischen System stehen im Hinblick auf die Software der Algorithmus oder mehrere Algorithmen im Zentrum, wie grob in Abbildung 4.2 zusammengefasst. Ein Algorithmus legt dabei fest, wie die Eingaben in Ausgaben überführt werden sollen. Daten spielen hierbei insbesondere als Eingabe für das digitale Artefakt eine Rolle. Ein solches algorithmisches System wird mithilfe klassischer Verfahren aus der Softwareentwicklung entwickelt. Wichtige Schritte sind dabei beispielsweise das Analysieren und Formalisieren des zu lösenden Problems, das Entwerfen einer Problemlösung als regelbasierter, schrittweiser Ablauf, dessen Implementierung und schließlich die Kompilierung als ausführbares Programm. Das bedeutet, die Funktionsweise des digitalen Artefakts wird vollständig durch den von den Entwicklenden entworfenen Algorithmus bestimmt. Als Folge daraus besteht zum Beispiel die Möglichkeit zu überprüfen, ob das Programm als Problemlösung korrekt funktioniert.

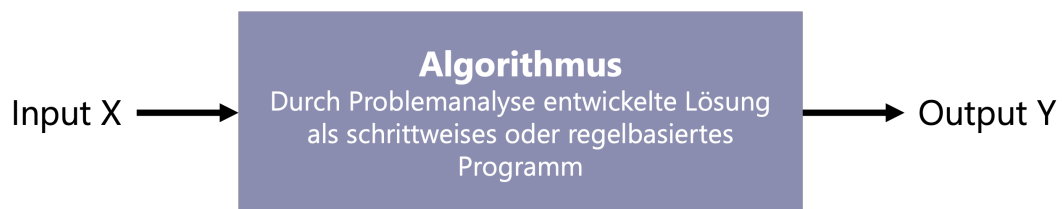


Abbildung 4.2: Grobe Darstellung der Funktionsweise eines algorithmischen Artefakts im Sinne des Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe Modells für Informationsverarbeitung; in Orientierung an Abbildung 1 von Höper und Schulte (2023)

Bevor die Bedeutung von ddA näher betrachtet wird, soll folgendes Beispiel die Unterscheidung verdeutlichen.

Stellen wir uns ein digitales Artefakt vor, bei dem bestimmte Inhalte in einer Liste angezeigt werden sollen. Diese können nach verschiedenen Kriterien sortiert werden. Dafür werden Sortierverfahren genutzt, wie beispielsweise Quicksort oder Bubble Sort. Ein Programm, das ein solches Sortierverfahren implementiert, bekommt Daten als Eingabe übergeben, hier etwa die aufzulistenden Inhalte. Die Daten werden dann mithilfe des Programms durch die vom Algorithmus vorgegebenen Schritte sortiert. Anschließend wird eine Sortierung zurückgegeben, sodass die Inhalte dem Nutzenden in einer sortierten Reihenfolge angezeigt werden können.

Nun spielen auch in einem solchen digitalen Artefakt Daten eine Rolle und auch hier bestimmen die Daten die konkrete Ausgabe des Systems, sodass die Frage aufgeworfen

werden kann, ob ein solches System datengetrieben ist. Die Idee der datengetriebenen Funktionsweise meint in dem Fall der ddA allerdings vielmehr, dass das Verhalten des ddA maßgeblich durch bestehende Daten geprägt wird. Zwei wichtige Aspekte sollen dazu im Folgenden hervorgehoben werden: Zur Entwicklung werden datengetriebene Methoden genutzt und die Rückgaben basieren auf vorhandene Daten.

Hinsichtlich der Entwicklung eines solchen Systems werden unterschiedliche Methoden und Ansätze aus den Bereichen Data Science, Data Mining oder KI beziehungsweise insbesondere ML verwendet.¹ Diese werden in dieser Arbeit zusammenfassend *datengetriebene Methoden* oder auch Ansätze genannt. Sie erlauben beispielsweise ausgehend von Daten Vorhersagemodelle zu entwickeln, die zur Vorhersage neuer (persönlicher) Daten genutzt werden können (vgl. Cao, 2018; Sarker, 2021). Es können aber auch weniger komplexe Ansätze relevant sein, wie etwa aus der Bereich der statistischen Auswertung von Daten (z.B. Descriptive Analytics) oder auch aus dem Data Mining, mit denen Muster und Informationen aus Daten gewonnen werden können (vgl. Cao, 2018). In den nächsten Abschnitten werden diese Methoden weitergehend diskutiert (siehe zum Beispiel Abschnitt 4.2.2).

Exemplarisch soll die Verwendung datengetriebener Methoden anhand eines ML-Systems veranschaulicht werden. Dies wird grob in der Abbildung 4.3 zusammengefasst. Wie bei algorithmischen Systemen wird auch hierbei eine Problemlösung entwickelt, die bestimmt, wie Eingaben zu Ausgaben überführt werden sollen. Die Problemlösung wird allerdings auf eine andere Art und Weise entwickelt. Zentral bei dieser Art von Systemen ist nicht die Entwicklung eines Algorithmus, sondern vielmehr der Umgang mit Daten, die die Grundlage für die Funktionsweise des Systems darstellen (vgl. Sculley et al., 2015). Bei einem ML-System wird in erster Linie ein ML-Modell trainiert. Dies findet in der Trainingsphase statt. Dabei wird ein ML-Modell an Trainingsdaten angepasst, für die die gewünschten Ausgaben bereits bekannt sind. Mithilfe bekannter Paaren von Ein- und Ausgaben werden somit die Parameter des ML-Modells so geändert, dass es diese Trainingsdaten möglichst gut repräsentiert. Das so an die Trainingsdaten angepasste ML-Modell wird trainiertes Modell genannt. Dieses kann dann im Rahmen der Anwendungsphase in dem digitalen Artefakt angewendet werden, um neue Eingaben in Ausgaben zu überführen. Neben diesen Phasen gibt es auch noch weitere Schritte, die hier zur Übersicht ausgelassen wurden, wie etwa das Testen und Evaluieren von Modellen. Ebenfalls sind die beiden Phasen meist nicht strikt getrennt, sondern vielmehr zyklisch zu betrachten, da die trainierten Modelle im digitalen Artefakt auch weiterentwickelt, geändert oder ausgetauscht werden.

Im Gegensatz zur Entwicklung eines Algorithmus, werden die Regeln für die Überführung einer Eingabe in die Ausgabe aus den Trainingsdaten abgeleitet. Bei algorithmischen Systemen sind diese Regeln durch den Entwickelnden vorgegeben und hängen nicht direkt von (Trainings-)Daten ab. Damit kommt den Trainingsdaten für solche Systeme eine große Bedeutung zu, wodurch neue Herausforderungen im Vergleich zu algorithmischen Systemen entstehen, wie etwa angesichts Verzerrungen in den Daten, ML-Modelle die nicht

¹In dieser Arbeit wird keine klare Begriffsdefinition dieser Bereiche angestrebt, was eine ausführlichere Betrachtung der einzelnen Bereiche, deren Methoden, Ziele und Überschneidungen voraussetzen würde. Für Datenbewusstsein ist keine klare Abgrenzung von einzelnen dieser Bereiche nötig, da – wie im Laufe dieses Kapitels zu sehen ist – verschiedenste Ansätze relevant sein können. So ist eine Bandbreite von Ansätzen, wie etwa einfache Datenoperationen zur Interpretation erhobener Daten bis hin zur Anwendung komplexer ML-Methoden interessant und relevant.

fair gegenüber einzelnen Personen sind oder auch das grundsätzliche Problem für die Privatsphäre, dass mit solchen Systemen zuvor unbekannte persönliche Daten vorhergesagt werden können.

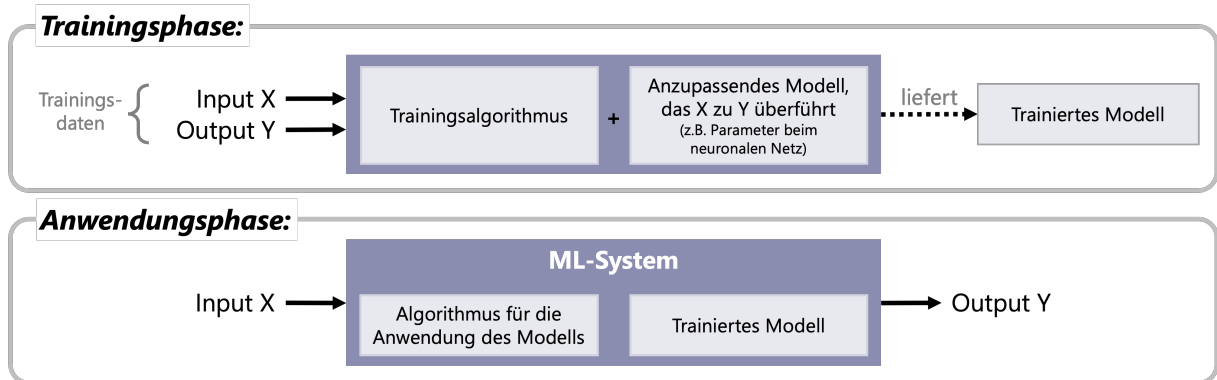


Abbildung 4.3: Grobe Darstellung der Entwicklung eines ML-Systems mit der Unterteilung von Trainings- und Anwendungsphasen; in Orientierung an Abbildung 2 von Höper und Schulte (2023)

Der zweite Aspekt von ddA betrifft die Rolle von (vorhandenen) Daten und wird anhand der Interaktionen zwischen Mensch und ddA betrachtet. In diesen Interaktionen werden (persönliche) Daten erhoben, mit denen entsprechende Datenmodelle erstellt werden. Dies wird später im Abschnitt 4.2.2 ausführlicher thematisiert. Diese Daten und Datenmodelle dienen als Grundlage für die Rückgaben von ddA (z.B. um personalisierte Rückgaben anhand von Klassifikationen des Nutzenden zu erzeugen). Dazu dienen dann insbesondere die zuvor betrachteten datengetriebenen Methoden. Das bedeutet im Umkehrschluss, dass die Daten und damit die Interaktionsverläufe einen Einfluss darauf haben, wie sich das ddA verhält beziehungsweise welche Rückgaben es liefert. Außerdem heißt das, dass sich die Funktionsweise eines ddA mit einer anderen Datengrundlage ebenfalls verändern kann; also vereinfacht ausgedrückt, dass ein ddA bedingt durch den Interaktionsverlauf morgen anders reagieren kann als heute. Dies ist bei einem algorithmischen System nicht der Fall, sofern der Algorithmus nicht verändert wurde.

Zusammengefasst bedeutet das also für die datengetriebene Funktionsweise von ddA, dass datengetriebene Methoden sowie die vorhandenen Daten und Datenmodelle eine Rolle spielen. Bezogen auf das vorherige Beispiel zum Sortierv erfahren wird deutlich, dass ein solches System dann nicht datengetrieben ist. So werden dort zwar Daten verarbeitet, die Verarbeitung der aktuellen Eingabedaten sind allerdings unabhängig davon, was zuvor verarbeitet wurde. Es kommt nur auf den Algorithmus an. Damit es datengetrieben wäre, müsste etwa eine Datenbasis bestehen, von der abhängig die Sortierung der Eingabedaten erfolgt; mit einer anderen Datenbasis würde beispielsweise eine andere Sortierung zurückgegeben werden – was wohl gemerkt für ein klassisches Sortierv erfahren nicht zutrifft. Im Kontext der Interaktion zwischen Mensch und ddA werden diese digitalen Artefakte in dieser Arbeit somit wie folgt verstanden:

Ein **datengetriebenes digitales Artefakt (ddA)** ist ein digitales Artefakt, dessen Rückmeldungen beziehungsweise Verhalten von der Anwendung datengetriebener Methoden sowie durch vorhandene Daten maßgeblich geprägt

4.2 INHALTLICHE CHARAKTERISIERUNG DER INTERAKTIONSSYSTEME MIT ddA

wird. Dabei spielen insbesondere Datenmodelle eine Rolle, die mit Daten aus der vorherigen Interaktion mit dem ddA entwickelt wurden.

Wie bereits erklärt, werden ddA in dieser Arbeit in erster Linie im Rahmen der Interaktion zwischen Mensch und ddA betrachtet, so wie vom HIS-Rahmen vorgeschlagen (siehe Abschnitt 2.3) und auch in anderen Auseinandersetzungen mit datengetriebenen Systemen zu finden ist (siehe z.B.: Rahwan et al., 2019; Vartiainen & Tedre, 2024). Über die individuelle Interaktion eines Menschen mit einem ddA hinaus gibt es verschiedene weitere Einflussfaktoren für das ddA und dessen Verhalten. Zuvor wurden bereits für das Verständnis der Funktionsweise von ddA relevante Akteure angesprochen: die Entwickelnden und die Nutzenden. Neben diesen Akteuren gibt es außerdem weitere menschliche Akteure, soziale und gesellschaftliche Normen, Erwartungen und Regulierungen sowie auch andere digitale Artefakte, die einen Einfluss auf das ddA und die Interaktion eines Menschen mit dem ddA haben können. Diese verschiedenen Einflussfaktoren sind für die Betrachtung der Rolle von Daten, der Datenmodelle und somit der damit verbundenen Funktionsweise von ddA wichtig, wie es nachfolgend für das Konzept Datenbewusstsein betrachtet wird, und werden daher kurz skizziert.

Die verschiedenen Normen, Erwartungen und Regulierungen, in die ein ddA eingebettet ist, werden insbesondere im Rahmen der persönlichen Daten deutlich, wo beispielsweise Erwartungen und Regulierungen bezüglich der Privatsphäre der Nutzenden bestehen. Des Weiteren sind ddA von Menschen entwickelt und bauen somit immer auch auf Zwecke und Intentionen auf, die beispielsweise durch die Entwickelnden einfließen können, aber auch allgemeiner von Anbietenden, Betreibenden oder anderen Akteuren in die Entwicklung und Gestaltung des ddA einfließen. Deutlich wird dies beispielsweise im Bezug auf wirtschaftliche Zwecke in solchen Anwendungen (siehe z.B.: Zuboff, 2018). Diese Akteure bei der Entwicklung und Gestaltung der ddA sind oft als Teil von Unternehmen, Institutionen oder auch Communities zu sehen, die bezüglich dieser Zwecke und der Praktiken prägen können. Zum Beispiel bringen Open-Source Communities unter Umständen anderen Werte mit als ein kommerzielles Unternehmen.

Außerdem ist zu berücksichtigen, dass ein ddA in der Regel auch auf andere Ressourcen zurückgreift, etwa andere digitale Artefakte oder ML-Modelle oder ähnliches. Diese Interaktionen zwischen verschiedenen digitalen Artefakten können durchaus relevant für das Verhalten von ddA und somit wichtig für die Betrachtung eines ddA sein (siehe z.B.: Rahwan et al., 2019; Vartiainen & Tedre, 2024). Ergänzend dazu kann für die Betrachtung der Rolle von Daten andersherum auch die Berücksichtigung der Datenpraktiken durch andere Bibliotheken, Systeme oder Dienste relevant sein, die in dem ddA eingebunden wurden (z.B. Dienste zur Analyse des Nutzenden oder Werbedienste) (siehe z.B.: Kitchin & Lauriault, 2014; Li et al., 2022; Mayer & Mitchell, 2012; Papadogiannakis et al., 2021). Bezogen auf das Interaktionssystem zwischen Mensch und ddA (z.B. bezogen auf End-User) sollte ebenfalls berücksichtigt werden, dass andere Menschen mit dem ddA interagieren oder das Individuum mit anderen Menschen des sozialen Umfelds interagiert, die selbst vielleicht nicht mit dem ddA interagieren (vgl. z.B. die Idee der Hybriden Netzwerke im HIS-Rahmen: Schulte et al., 2018). Wie später noch im Rahmen der Datenmodelle (siehe Abschnitt 4.2.2) ausführlicher diskutiert wird, ist diese Vernetzung mehrerer Interaktionssysteme mit ddA für den spezifischen Fall der ddA durchaus bedeutsam. Dabei sind auch Individuen relevant, die selbst nicht mit dem ddA interagieren. Die Berücksichtigung des sozialen Umfelds ist für ddA ist beispielsweise wichtig für Diskussionen zur Entwicklung

von Datenmodellen oder der Implikationen für die Privatsphäre eines Individuums (siehe z.B.: Marwick & Boyd, 2014).

Zusammenfassend können verschiedene Faktoren einen Einfluss auf ein ddA, dessen Verhalten und der damit verbundenen Datenpraktiken haben. Ein ddA und die Interaktion mit einem ddA ist demnach Teil eines komplexen Wirkungsgefüges mit menschlichen und digitalen Akteuren. Die Abbildung 4.4 gibt einen Überblick über die verschiedenen angesprochenen Wirkungen und Einflussfaktoren auf das ddA, ohne dabei einen Anspruch auf Vollständigkeit zu beanspruchen. Die verschiedenen Einflussfaktoren können einen erheblichen Einfluss auf das ddA und dessen Verhalten haben. Die nächsten Abschnitte setzen sich mit der Rolle von Daten in Interaktionssystemen mit ddA auseinander. Dabei wird ein Fokus auf die Interaktionssysteme gesetzt, allerdings spielen immer wieder auch die anderen Einflussfaktoren eine Rolle. Diese werden im weiteren Verlauf der Arbeit als der Kontext, in dem sich ein ddA befindet, bezeichnet, um dieses Wirkungsgefüge hinzuweisen.

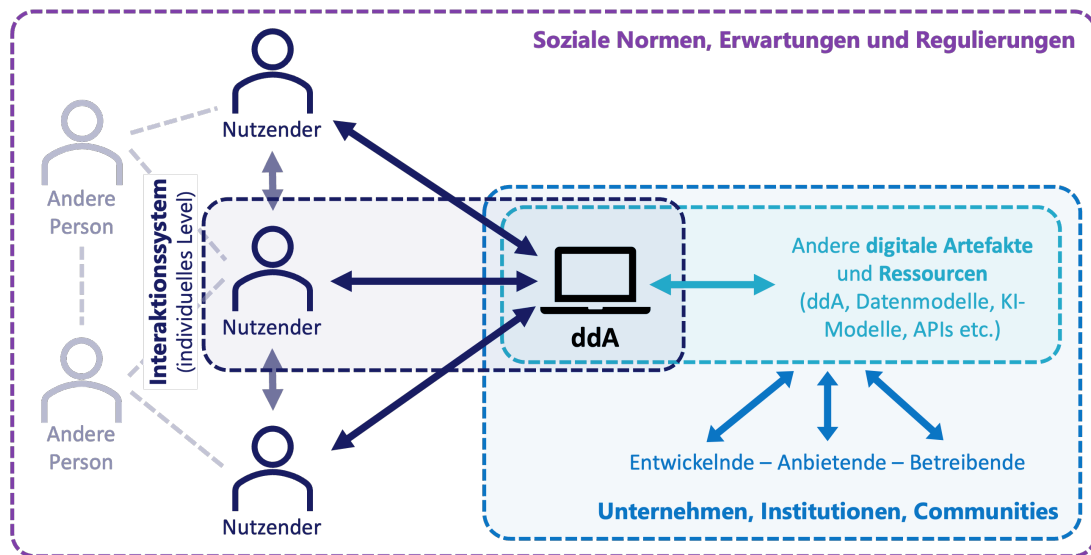


Abbildung 4.4: Übersicht zu verschiedenen Wirkungen und Einflussfaktoren von ddA mit besonderem Bezug zu den Interaktionssystemen zwischen Nutzenden und ddA

4.2.2 Rolle von Daten

Die Rolle von Daten in Interaktionen zwischen Mensch und ddA kann, wie bereits eingangs zu diesem Kapitel erläutert, aus verschiedenen Perspektiven heraus charakterisiert werden. Hier sollen neben der Beschreibung der technischen Funktionsweise der Datenpraktiken aus Architekturperspektive auch zugrunde liegende Zwecke und Intentionen für diese Datenpraktiken aus einer Relevanzperspektive diskutiert werden. Dies führt zu einer Charakterisierung der Rolle von Daten in diesen Interaktionssystemen mit ddA im Hinblick auf drei Aspekte (anknüpfend an die Leitfragen in Tabelle 4.1 vom Anfang des Kapitels):

- *Erhebung und Generierung persönlicher Daten:* Wie werden in der Interaktion zwischen Mensch und ddA (persönliche) Daten erhoben und generiert?

4.2 INHALTLICHE CHARAKTERISIERUNG DER INTERAKTIONSSYSTEME MIT DDA

- *Verarbeitung der Daten:* Wie werden die Daten verarbeitet und welche Rolle spielen dabei Datenmodelle über Nutzende?
- *Intentionen und Zwecke bezüglich der Datenpraktiken:* Wozu werden die erhobenen und generierten Daten und Datenmodelle verarbeitet?

Diese drei Perspektiven auf die Rolle von Daten in diesen Interaktionssystemen werden in diesem Abschnitt charakterisiert und diskutiert. Anschließend folgt ausgehend davon im nächsten Abschnitt 4.2.3 die Reflexion und Diskussion der Besonderheiten dieser Interaktionen und der Wechselwirkungen.

Explizite und implizite Datenerhebung

Hinsichtlich der Rolle von Daten sind verschiedene Betrachtungsweisen für die Charakterisierung der Erhebung und Generierung von Daten möglich. So könnten etwa verschiedene Arten von Daten ermittelt und diskutiert werden (z.B. Standortdaten, Adressdaten, Telefondaten, Gesundheitsdaten), wie es etwa Kontext der Untersuchungen hinsichtlich Privatsphäre differenziert und dahingehend beurteilt wird (siehe Abschnitt 2.6.2). Wie im Hinblick auf die Sensitivität von persönlichen Daten in Abschnitt 2.6.2 diskutiert, würde bei einer solchen Betrachtungsweise das Ableiten und Generieren neuer Daten aus bestehenden Daten oder auch das Vorhersagen von persönlichen Daten durchaus für das Bewerten von Datenpraktiken basierend auf solchen Datenarten fraglich. Zudem können für ein und dieselbe Art von Daten durchaus unterschiedliche Prozesse der Datenerhebung stattfinden, die für Datenbewusstsein relevant zu betrachten sein können (z.B. persönliche Präferenzen, die selbst angegeben oder aus Interaktionsdaten abgeleitet werden). Für das Konzept Datenbewusstsein wird stattdessen in Anlehnung an der Orientierung am HIS-Rahmen eine Betrachtung des Prozesses der Datenerhebung innerhalb der Interaktionssysteme vorgenommen, die zu folgender Frage führt:

Wie werden in der Interaktion zwischen Mensch und ddA (persönliche) Daten erhoben und generiert?

Dabei geht es in erster Linie nicht darum, die Daten zu charakterisieren, sondern die Praktiken der Erhebung und Generierung von persönlichen Daten in den Blick zu nehmen. Dafür gibt es verschiedene Ansätze zur Beschreibung von Arten der Erhebung und Generierung von persönlichen Daten in der Interaktion mit einem ddA, von denen nachfolgend mehrere exemplarisch diskutiert werden.

Anknüpfend an Situationen im Internet beschreibt Van der Hof (2017) drei Typen von Daten im Hinblick auf die Art und Weise wie diese erzeugt werden. Als erste Kategorie beschreibt sie Daten, die von den Individuen selbst „given or published“ (Van der Hof, 2017, S. 104), meint also selbst bereitgestellte Daten. Sie argumentiert, dass sich die Individuen darüber meist bewusst sind und darüber nachdenken und entscheiden können, mit wem sie diese Daten teilen. Die zweite Kategorie bezieht sich auf Daten, die durch die Interaktion entstehen, was sie als data traces bezeichnet (vgl. Van der Hof, 2017, S. 104). Sie stellt für diese Kategorie insbesondere einen Bezug zu Verhaltensdaten (behavioral data) her, schließt aber auch Metadaten in diese Kategorie ein. Die dritte Kategorie sind „inferred data, or new data that is derived from other data“ (Van der Hof, 2017, S. 105).

Es geht also um Daten die aus den bereits erhobenen Daten abgeleitet und generiert werden.

Zu einer ähnlichen Kategorisierung verschiedener Arten der Datenerhebung und solchen Situationen kommt ein Gruppe von Experten zu Privatsphäre bei der OECD, die folgende vier Arten beschreiben: provided, observed, derived und inferred data (OECD, 2014). Provided data werden direkt durch das Individuum erzeugt, wie beispielsweise durch „shared (actively) via an online social network ('posted data')“ (OECD, 2014, S. 5). Sie beschreiben, dass Individuen sich diesen Daten oft bewusst sind, auch wenn nicht immer über die Implikationen dessen. Observed data beschreibt Daten die durch Beobachtung oder Aufzeichnung erzeugt werden (OECD, 2014, S. 5). Sie beschreiben dies als eine Beobachtung „by others“ (OECD, 2014), wobei dies in der Regel durch das digitale Artefakt erfolgt und nicht unbedingt durch andere Personen. Ein Beispiel für diese Kategorie sind Daten, die durch Tracking oder Sensoren erzeugt werden (vgl. OECD, 2014, S. 5). Die Kategorie der derived data beschreibt Daten, die ausgehend von anderen Daten erzeugt werden, etwa eine Klassifizierung durch einfache Datenoperationen oder anhand bekannter Zusammenhänge (OECD, 2014, S. 5). Sie grenzen dies allerdings von probabilistischen Methoden ab, was stattdessen die nächste Kategorie der inferred data bildet. Dort geht es um Daten, die durch probabilistische Methoden generiert werden, wie etwa Vorhersagen für das Verhalten eines Individuums aufbauend auf ermittelten Korrelationen oder mithilfe ML-Modellen (OECD, 2014, S. 5). Ein klassisches Beispiel hierfür sind Kategorisierungen mithilfe von Scores, wie etwa bezogen auf die Kreditwürdigkeit von Individuen (vgl. OECD, 2014, S. 5). Bei diesen vier Arten beschreiben die Autoren, dass sich die betroffenen Individuen oft wenig bewusst über die Datenerhebungen gestuft nach den vier Arten sind, also am ehesten noch den provided data und am wenigsten den inferred data. Für konkrete Beispiele im Bezug auf diese vier Arten sei etwa auf Zingg (2021) verwiesen, die für jede Kategorie einige Beispiele aufführen. Bezogen auf Datenbewusstsein sind insbesondere die generierten und abgeleiteten Daten interessant, da diese für den Nutzenden eines ddA weniger offensichtlich sind und somit eher eine aktive Auseinandersetzung mit dem ddA erfordern könnten.

Mit einem Fokus auf persönliche Daten bei der Nutzung von digitalen Systemen beschreiben Pangrazio und Selwyn (2019a) verschiedene Arten der Datenerhebung: „Data that users give to devices/systems“, „Data that devices/systems extract from users“ und „Data that devices/systems process on behalf of users“ (Pangrazio & Selwyn, 2019a, S. 421f.). Die erste Kategorie beschreibt, dass Nutzende selbst, meist bewusst und freiwillig Daten bereitstellen oder auch abgeben. Als Beispiele nennen sie unter anderem Beiträge in Sozialen Netzwerken oder auch Daten von Self-Tracking (vgl. Pangrazio & Selwyn, 2019a, S. 421). Die zweite Kategorie bezieht sich auf Datenpraktiken, die nicht auf Freiwilligkeit des Nutzenden beruhen, wie etwa durch Überwachung (vgl. Pangrazio & Selwyn, 2019a, S. 421). Die Daten werden also, wie die Autoren es ausdrücken, von den Nutzenden „extrahiert“, wobei sie dies als von anderen Personen veranlasst beschreiben. Sie stellen heraus, dass die Nutzenden über diese Daten wenig oder sogar keine Kontrolle haben. Mit der dritten Kategorie versuchen Pangrazio und Selwyn (2019a) Daten zu beschreiben, die für die Nutzenden verarbeitet und aufbereitet werden, um sie dem Nutzenden in irgendeiner Form zurückzugeben (z.B. in Form von Dashboards). An dieser Stelle sollte auf die verschiedenen Zwecke der Datenverarbeitung verwiesen werden, die später in diesem Abschnitt diskutiert werden; dort wird deutlich, dass eine solche Betrachtung einer

4.2 INHALTLICHE CHARAKTERISIERUNG DER INTERAKTIONSSYSTEME MIT DDA

Aufbereitung von Daten für den Nutzenden angesichts weiterer Zwecke und Interessen der anbietenden Unternehmen oder Institutionen womöglich etwas vereinfacht ist.

In den vorherigen Kategorien wurde bereits die Freiwilligkeit des Nutzenden bezogen auf die Datenerhebung aufgegriffen. Mit dem Argument, dass die meiste Datenerhebung auf Basis der Aktionen des Individuums und (vermeintlich) freiwillig und auf Einwilligung beruhend abläuft, diskutiert Mühlhoff et al. (2019, S. 85) drei Kategorien für diese Datenerhebungsprozesse mit stärkerem Fokus auf die Freiwilligkeit: Die erste Kategorie ist die unbemerkte, freiwillige und wissentliche sowie vollumfänglich wissentliche Erhebung von Daten. Die unbemerkte Datenerhebung bezieht sich etwa auf Tracking, bei dem die Nutzenden nichts direkt mitbekommen. Die zweite Kategorie beschreibt die subjektiv freiwillige und wissentliche Datenerhebung, die er als vermeintlich freiwillig bezeichnet und auf Situationen verweist, in denen das Individuum die Datenerhebung ermöglicht, jedoch nicht vollständig darüber informiert ist. Er verbindet dies mit Nudging-Techniken, bei denen beispielsweise Nutzende mithilfe von Single-Sign-On-Diensten zur Ermöglichung einer Datenerhebung bewegt werden sollen. Mit der dritten Kategorie beschreibt er eine „vollumfänglichen Sinne wissentliche Erhebung von Daten“ (Mühlhoff et al., 2019, S. 85), charakterisiert diese jedoch weiter als „bei der die Nutzer_in aber unfreiwillig auch noch für die Arbeit der maschinenlesbaren Aufbereitung und Verwertbarmachung ihrer Daten eingespannt wird“ (Mühlhoff et al., 2019, S. 85). Es geht also darum, dass Nutzende zwar die Daten bereitstellen, damit aber in Datenpraktiken eingebunden werden und weiteren Zwecken der Unternehmen oder Institutionen, die das digitale Artefakt anbieten, dienen sollen. Dies deutet ebenfalls bereits eine Zweitverwertung an, die später im Zusammenhang mit den Datenverarbeitungszwecken separat diskutiert wird. Diese verschiedenen Kategorien von Mühlhoff et al. (2019) beschreiben somit unterschiedliche Arten der Datenerhebung aus Sicht der Rolle des Menschen und seiner Entscheidungen hinsichtlich der Interaktion mit dem jeweiligen digitalen Artefakt.

In den verschiedenen beschriebenen Charakterisierungen der Datenerhebung gibt es große Überschneidungen, wenngleich sie sich im Detail auch unterscheiden. Angesichts des Ziels, dass das Konzept Datenbewusstsein unter anderem auch junge Schüler:innen als Zielgruppe adressieren soll, wird eine Zusammenfassung verschiedener Arten in überschaubarer Komplexität angestrebt. Es soll also möglich werden, Perspektiven für die verschiedenen Praktiken zur Erhebung und Generierung von Daten (inkl. inferred data) einzunehmen, ohne bereits detaillierte Vorkenntnisse über verschiedene datengetriebene Methoden zu besitzen. Die Notwendigkeit dessen wird auch angesichts der Ergebnisse aus den Studien in Abschnitt 2.6.1 ersichtlich, die aufzeigen, dass viele Schüler:innen Schwierigkeiten mit der Komplexität der technischen Funktionsweise von ddA haben und die zugrunde liegenden Datenpraktiken nicht verstehen.

Für die vorliegende Arbeit hat sich eine Differenzierung zwischen zwei Arten der Datenerhebung als sinnvoll erwiesen: Einerseits geht es um Daten, die aktiv von den Nutzenden bereitgestellt werden, und andererseits um solche, die nebenbei erhoben oder generiert werden. Die Betrachtung der Interaktion zwischen Mensch und ddA macht diese Unterscheidung deutlich. Anknüpfend an die Beschreibung der Interaktion im Sinne menschlicher Handlungen im HIS-Rahmen als Interaktionsketten lässt sich die Datenerhebung im Sinne des Handlungsziels des Nutzenden interpretieren und kategorisieren. Dies wird in Abbildung 4.5 dargestellt. Wie in dieser Abbildung zu sehen, kann die Handlung des

Nutzenden auf das Bereitstellen von Daten abzielen. Dies umfasst beispielsweise das Angeben persönlicher Informationen im Rahmen einer Registrierung oder das Erstellen von Beiträgen (z.B. Fotos oder Kommentare) auf einer Onlineplattform. Die Handlung des Nutzenden kann jedoch auch andere Ziele verfolgen, die nicht direkt das Bereitstellen von Daten betreffen, wie etwa das Anklicken von Hyperlinks. Durch diese Interaktion mit dem ddA werden parallel zum eigentlichen Handlungsziel der Nutzenden persönliche Daten erhoben. Dies kann beispielsweise Metadaten oder Verhaltensdaten umfassen. Ein Beispiel für ein solches Tracking ist die Nutzung von Cookies, geht aber auch oft darüber hinaus (vgl. Papadogiannakis et al., 2021) und kann etwa auch anwendungsübergreifend erfolgen (vgl. Kollnig et al., 2022). Wie eine Untersuchung von Papadogiannakis et al. (2021) zeigt, erfolgt diese Datenerhebung scheinbar häufig bereits, bevor eine Einwilligung der Nutzenden stattgefunden hat. Ergänzend dazu werden parallel zur eigentlichen Interaktion des Nutzenden persönliche Daten generiert, abgeleitet oder vorhergesagt, wozu beispielsweise Methoden der Predictive Analytics genutzt werden. Diese Art der Datenerhebung wird in dem nächsten Abschnitt im Rahmen der Konstruktion von Datenmodelle weitergehend diskutiert (siehe Abschnitt 4.2.2).

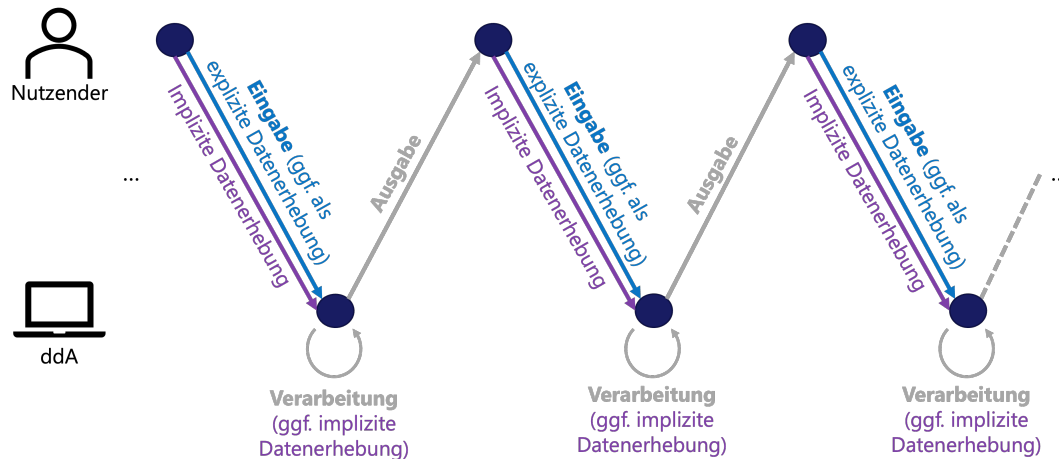


Abbildung 4.5: Interpretation der Datenerhebung aus der Perspektive der Interaktion mit einem ddA mit Fokus auf der Unterscheidung der beiden Arten der Datenerhebung (Weiterentwicklung der Darstellung der Interaktion als Interaktionsketten von (Schulte & Budde, 2018, Abbildung 1))

In Ergänzung zu den vorherigen Diskussionen soll ein kurzer Blick darauf gerichtet, wer in Interaktionen mit ddA persönliche Daten erhebt – insbesondere auch jenseits der Anbietenden oder Entwickelnden des ddA. Digitale Artefakte setzen sich häufig aus Komponenten verschiedener Anbieter zusammen, beispielsweise durch die Einbindung von Diensten Dritter für Werbeanzeigen oder zur Analyse von Nutzungsstatistiken (vgl. Mayer & Mitchell, 2012). Die Einbindung solcher Dienste innerhalb einer Anwendung kann durchaus unübersichtlich sein, wie die zuvor bereits genannte Studie von Li et al. (2022) aufzeigte. Darin hatten befragte Entwickelnden von Apps Schwierigkeiten, die Datenpraktiken der bei ihren Apps eingebundenen Bibliotheken nachzuvollziehen. Die Einbindung solcher Dienste stellt ein Beispiel für das Third-Party Tracking dar. Dies ermöglicht, dass ein Anbieter über verschiedene Webseiten und Anwendungen hinweg Daten über Nutzende erheben können. Relevante Technologien in diesem Kontext sind beispielsweise Cookies

oder Browser-Fingerprinting (siehe für detailliertere Erklärungen dazu bspw.: Mayer & Mitchell, 2012; Papadogiannakis et al., 2021). Das bedeutet, dass während der Interaktion zwischen Mensch und dDA nicht nur die Entwickelnden beziehungsweise Anbietenden des jeweiligen Artefakts Daten erheben können, sondern auch Dritte. Ein weiteres Beispiel für solche Datenerhebungen durch Dritte sind die häufig eingebundenen Single-Sign-On-Dienste großer Technologieunternehmen, bei denen ein Account von einer Plattform genutzt wird, um sich auf anderen Webseiten oder Anwendungen anzumelden. Durch die Einbindung eines solchen Authentifizierungsdienstes wird ein Austausch von persönlichen Daten ermöglicht, wie Mühlhoff et al. (2019, S. 91-98) ausführlicher diskutiert. Für die Interaktion zwischen Mensch und dDA ergibt sich daraus, dass das Erheben und Ableiten persönlicher Daten nicht nur auf das konkrete dDA beschränkt ist. Stattdessen können auch Daten aus der Interaktion mit anderen dDA verwendet werden. So kann beispielsweise die Interaktion mit einem dDA basierend auf den Datenpraktiken Einfluss auf die Interaktionen mit anderen dDA haben.

Zusammenfassend unterscheidet die vorliegende Arbeit anknüpfend an diese Betrachtungsweise der Datenerhebung in der Interaktion mit dDA zwei Arten der Datenerhebung: Die Datenerhebung als Teil der Handlung des Nutzenden (erste der beiden vorherigen Perspektiven) wird als **explizite Datenerhebung** bezeichnet, während die Erhebung, Generierung, Ableitung und Vorhersage persönlicher Daten parallel zum eigentlichen Handlungsziel des Nutzenden als **implizite Datenerhebung** zusammengefasst wird. Hervorzuheben ist, dass hier der Begriff der Datenerhebung in einem breiten Begriffsverständnis genutzt wird, da etwa die implizite Datenerhebung nicht nur ein Erhebung von Daten im Sinne eines „Sammelns“ von Daten umfasst, sondern auch das aktive Generieren neuer Daten (z.B. Vorhersagen für zukünftiges Verhalten).

Diese beiden Arten der Datenerhebung stellen eine zusammenfassende Perspektive auf die verschiedenen zuvor diskutierten Kategorisierungen dar. Der Zusammenhang der expliziten und impliziten Datenerhebung zu den diskutierten Kategorien wird in der Tabelle 4.2 dargestellt.

Tabelle 4.2: Zusammenfassender Überblick zu den verschiedenen Beschreibungen von Arten der Datenerhebung und deren Bezug zur expliziten und impliziten Datenerhebung

Literatur	Explizite Datenerhebung	Implizite Datenerhebung
Van der Hof (2017)	data given	data traces; inferred data
OECD (2014)	provided data	observed data; derived data; inferred data
Pangrazio und Selwyn (2019a)	data given to devices	data extracted from users (data processed on behalf of users)
Mühlhoff et al. (2019)	vollumfänglich Datenerhebung	wissentliche freiwillige und wissentliche Datenerhebung; unbemerkte Datenerhebung

Aus dieser Betrachtungsweise der Datenerhebung lassen sich zwei zentrale Beobachtungen ableiten. Erstens wird deutlich, dass sich Nutzende – aufgrund der Verknüpfung

der Datenerhebungsart mit den Handlungszielen des Individuums – vermutlich eher der expliziten Datenerhebung bewusst sind. Im Gegensatz dazu ist aus Sicht des Nutzenden die implizite Datenerhebung oft nicht direkt ersichtlich, kann intransparent sein und wird eher erst durch eine Verschiebung der Aufmerksamkeit erfasst. Dies lässt sich auch in den Ergebnissen der Studien erkennen, die im Abschnitt 2.6.1 diskutiert wurden. Bei dieser Betrachtung findet sich bereits eine wesentliche Idee der theoretischen Konzept, wie sie in Abschnitt 4.3 erläutert wird, wieder, und zwar die des Fokuswechsels, womit das absehen von dem eigentlichen Handlungsziel beschrieben wird. Wie eingangs erwähnt, verfolgen Nutzende in der Regel spezifische Handlungsziele, wenn sie mit einem ddA interagieren (z.B. mit einer Suchmaschine Informationen recherchieren). Die implizite Datenerhebung ist meisten allerdings nicht präsent, sodass hier ein Fokuswechsel erforderlich sein kann, um die implizite Datenerhebung wahrzunehmen. Die zweite Beobachtung aus der Unterscheidung zwischen expliziter und impliziter Datenerhebung betrifft die doppelte Bedeutung menschlicher Handlung in der Interaktion, also die Eingabe des Menschen bei einem ddA im Rahmen der Interaktionskette. Diese kann einerseits als Anweisung an das ddA verstanden werden und stellt andererseits gleichzeitig auch Daten bereit. Am Beispiel einer Suchmaschine wird dies deutlich: Wird ein Suchergebnis angeklickt, so dient dies einerseits der Weiterleitung auf eine entsprechende Webseite (Anweisung für das ddA), gleichzeitig aber werden durch diesen Klick auch Daten über das Nutzungsverhalten bereitgestellt. Für detailliertere Erklärungen zur Datenerhebung in diesem Beispiel sei auf die Diskussion bei Mühlhoff et al. (2019, S. 85ff.) verwiesen.

Abschließend kann nochmals die in der Einleitung zu diesem Abschnitt aufgeworfene Frage aufgegriffen werden, warum in dieser Arbeit nicht Kategorien von Daten, sondern Formen der Datenerhebung im Fokus stehen. Die Betrachtung von Kategorien von Daten würde zur Folge haben, dass nicht der Prozess der Datenerhebung, sondern die Daten als Ergebnis des Prozesses im Mittelpunkt stünden. Zum Beispiel wäre eine mögliche Kategorie Standortdaten, also ortsbezogene Daten etwa für den Aufenthalt des Nutzenden. Dabei sind unterschiedliche Situationen denkbar: So können Standortdaten etwa aktiv von den Nutzenden bereitgestellt gestellt werden, wie etwa in sozialen Netzwerken, darüber hinaus können Standortdaten aber auch ein Beispiel für Trackingdaten darstellen. Ersteres wäre in der hier entwickelten Charakterisierung als explizite Datenerhebung zu verstehen, letzteres hingegen als Teil einer impliziten Datenerhebung. Datenbewusstsein umfasst unter anderem auch, dass Schüler:innen eigenen Positionen zu solchen Datenpraktiken einnehmen können; in Anlehnung an Klafki (2007) und seiner Diskussion zu Positionen zu gesellschaftlichen Fragestellungen. Das heißt, die Datenpraktiken müssten bewertet werden können. Das erste Beispiel zu den Standortdaten wäre sicher anders zu bewerten als das zweite Beispiel. Das bedeutet nun, dass es durchaus relevant ist, den Prozess der Datenerhebung zu betrachten und nicht nur das Datum als Produkt dessen, sodass in dieser Arbeit die Charakterisierung anhand dieser Datenerhebungen erfolgt und nicht Kategorien für Daten identifiziert werden.

Datenmodelle

Durch die zuvor diskutierten Prozesse der expliziten und impliziten Datenerhebung können über Nutzende Datenmodelle entstehen. Diese sollen in diesem Abschnitt näher diskutiert werden. Dabei stellt sich folgende Frage:

4.2 INHALTLICHE CHARAKTERISIERUNG DER INTERAKTIONSSYSTEME MIT DDA

Wie werden die Daten verarbeitet und welche Rolle spielen dabei Datenmodelle über Nutzende?

Unter dem Begriff der Datenmodelle lassen sich prinzipiell verschiedene Konzepte begreifen, wie etwa auch Modelle, die mit ML-Verfahren trainiert werden. In dieser Arbeit wird der Begriff allerdings eher für datenbasierte Modellierungen und Repräsentationen von Nutzenden verwendet, etwa vergleichbar mit dem Begriffen eines Profils oder User Models. Dieser Fokus auf die Datenmodelle über Nutzende begründet sich in dem direkten Bezug zu den Nutzenden – also etwa den Schüler:innen – sowie die Bedeutung der Datenmodelle für die Betrachtung von individuellen und gesellschaftlichen Implikationen betrachteter Interaktionssysteme mit ddA. In diesem Abschnitt wird das Konzept der Datenmodelle anknüpfend an die Konzeption der ddA (siehe Abschnitt 4.2.1) und den bereits erwähnten Prozessen der Datenverarbeitung und Generierung von Daten als Teil der impliziten Datenerhebung diskutiert. Die Diskussion der Datenmodelle stellt somit auch eine Konkretisierung der impliziten Datenerhebung dar. Dabei spielen ebenfalls ML-Modelle oder allgemeiner Vorhersagemodelle eine Rolle, mit deren Anwendung etwa persönliche Daten abgeleitet und vorhergesagt werden können. Der Abschnitt ist daher wie folgt gegliedert: Zunächst wird die Anwendung von datengetriebenen Methoden (z.B. aus Data Science und ML) kurz diskutiert, da damit etwa ein Ableiten und Generieren persönlicher Daten möglich wird. Darauf aufbauend wird das Konzept der Datenmodelle über Individuen diskutiert.

ML-Modelle und Vorhersagemodelle Mithilfe verschiedener datengetriebener Methoden aus Data Science und ML lassen sich große Datenmengen effizient verarbeiten, um daraus beispielsweise Muster und Regeln abzuleiten und Vorhersagen zu erstellen, was insbesondere auch Daten aus den Interaktionen zwischen Mensch und ddA als einen Anwendungsfall solcher Methoden betrifft (siehe z.B.: Jordan & Mitchell, 2015; Sarker, 2021). Die Anwendung solcher Methoden auf persönliche Daten unterstützt dann etwa die Konstruktion von Modellen oder das Finden von Mustern und Zusammenhängen bezogen auf die Nutzenden in den Interaktionen mit ddA. Dies ermöglicht dann das Ableiten, Vorhersagen und Generieren neuer Daten, was bereits zuvor mit den Kategorien der *derived* und *inferred data* als Teil der impliziten Datenerhebung beschrieben wurde (z.B. OECD, 2014; Van der Hof, 2017). Als Möglichkeiten solcher Inferenzen beschreiben Büchi et al.: „Inferences encompass predictions about future actions or inactions, general characteristics, and specific preferences.“ (Büchi et al., 2020, S. 3) Es betrifft also sowohl die Interaktionen als auch Charakterisierungen der Person, was beispielsweise das Vorhersagen unbekannter Daten über eine Person umfasst. Solche Vorhersagen über Individuen, etwa zu ihrem Verhalten oder persönlichen Präferenzen, sind für ddA besonders interessant (vgl. Zuboff, 2018). Dieser Anwendungsfall von datengetriebenen Methoden soll daher im Folgenden näher betrachtet werden.

Im Kontext der Anwendung datengetriebener Methoden auf persönliche Daten fallen etwa Ansätze, die unter dem Begriff der *Predictive Analytics* beschrieben werden. Damit werden Methoden zur Datenverarbeitung (z.B. aus Data Science oder ML) beschrieben, womit Daten – oder konkreter bestimmte Merkmale – mithilfe von trainierten Vorhersagemodellen vorhergesagt werden können (z.B. Cao, 2018; Sarker, 2021; Shyr et al., 2018). Diese Methoden können etwa dazu benutzt werden, um „sensitive attributes (e.g., personal, health, social, financial, etc. information), future behavior, or cost, risk and utility

functions of target individuals based on large sets of data about many other individuals“ (Mühlhoff, 2021, S. 676) vorherzusagen. Es geht also im Endeffekt um die Vorhersage von persönlichen Informationen basierend auf vielen Daten von anderen Personen. Dies stellt einen spezifischen Anwendungsfall solcher Methoden mit Bezug zu Individuen und deren Interaktionen mit ddA dar. Allgemein wird Predictive Analytics (im Gegenteil zur Descriptive Analytics) allerdings nicht nur auf Kontexte mit Bezug auf Individuen beschränkt, sodass es sich etwas allgemeiner formuliert auf das Entwickeln von Modellen mithilfe von „advanced statistical analysis and data mining or machine learning algorithms“ (Shyr et al., 2018, S. 37) bezieht, die dann zur Vorhersage für neue Daten genutzt werden können, wobei sich Vorhersage hier nicht auf eine Vorhersage im Sinne einer zeitlichen Dimension beschränkt ist (vgl. Shyr et al., 2018). Mühlhoff (2021) grenzt den Begriff der *Predictive Analytics* zu klassischen statistischen Inferenzen ab und argumentiert, dass ausgehend von einer Datenmenge durch Inferenzen Regeln abgeleitet beziehungsweise ein Modell erstellt werden kann. Er argumentiert, dass ein solches Modell, wenn es auf neue Daten angewandt wird, vielmehr zur Vorhersage anstatt zur Verallgemeinerung von Mustern und Regeln aus der ursprünglichen Datenmenge dient. Das bedeutet, dass trainierte Modelle auf neue Daten (z.B. persönliche Daten) angewendet werden können, um damit Vorhersagen über ein Individuum erstellen zu können. Eine solche Vorhersage ist in der Regel als statistische Aussage zu interpretieren und beschreibt eine Wahrscheinlichkeitsaussage, wie etwa zu einer Klassifizierung die für ein Individuum am wahrscheinlichsten zutrifft. Diese Vorhersagen können in der Regel also auch nicht zutreffend sein.

Eine entscheidende Erkenntnis aus der Betrachtung der Anwendung solcher Vorhersagemodelle ist, wie auch Mühlhoff (2021) diskutiert, die Möglichkeit zur Vorhersage beziehungsweise Ableiten von sensiblen Daten basierend auf vermeintlich unsensiblen Daten. Ein Beispiel dafür ist etwa die Vorhersage von sensiblen persönlichen Eigenschaften. In einem Experiment mit Daten eines sozialen Netzwerks – konkret nutzten sie Daten zu den Likes von Nutzenden – untersuchten Kosinski et al. die Möglichkeit zur Vorhersage von verschiedensten persönlichen Eigenschaften, wie beispielsweise religiöse und politische Sichtweisen, Persönlichkeitstzüge, Beziehungsstatus der Eltern, Alter, Geschlecht und Intelligenz (siehe: Kosinski et al., 2013). Sie entwickelten aufbauend auf Like-Daten ein Vorhersagemodell, um diese verschiedenen persönlichen Daten vorherzusagen. Die Ergebnisse zeigen, dass für viele Personen aus dem Experiment einige Informationen oft richtig vorhergesagt werden konnten (vgl. Kosinski et al., 2013). Dieses Experiment verdeutlicht, dass mithilfe von Nutzungsdaten viele weitere persönliche Daten vorhergesagt werden können. In einem späteren Experiment verglichen sie Einschätzungen beziehungsweise Vorhersagen von Persönlichkeitseigenschaften zwischen denen von Menschen getroffen und von solchen Vorhersagemodellen basierend auf Like-Daten generiert (Youyou et al., 2015). Die Ergebnisse zeigten, dass die Vorhersagen mithilfe der Vorhersagemodelle häufiger zutreffen als die Einschätzungen von Freunden, Familie oder anderen nahen Bekannten (vgl. Youyou et al., 2015). Ein weiteres ähnliches Experiment erreichte mit ihrem Vorhersagemodell basierend auf Daten aus sozialen Netzwerken eine Genauigkeit von ca. 85% bei der Vorhersage von Persönlichkeitseigenschaften. Diese Experimente heben die Bedeutung solcher Vorhersagen von persönlichen Daten hervor, die die Individuen selbst nicht bereitgestellt haben und vielleicht auch nicht wollten. Das Ableiten und Vorhersagen sensibler persönlicher Daten bringt daher ein hohes Potenzial für verschiedenste weitere Zwecke mit sich und das oft ohne Kenntnis der Nutzenden, wie die Diskussion zu Studien über

das Verständnis von Datenpraktiken vermuten lässt (siehe Abschnitt 2.6.1).

Es lassen sich viele ähnliche Beispiele finden (für weitere Beispielen siehe etwa: Mühlhoff, 2021). In einer Literaturübersicht untersuchten Hinds und Joinson (2018) Beispiele für das Ableiten und Vorhersagen von demographischen Daten mittels anderer Daten (z.B. Verhaltensdaten). Diese Literaturübersicht zeigt eindrucksvoll auf, dass viele persönliche Daten über Personen aus erhobenen Daten abgeleitet werden können (z.B. Geschlecht, Alter, Standorte, Politische Orientierungen). Wie bereits zuvor beschrieben, umfasst der Begriff der datengetriebenen Methoden oder Ansätze auch Beispiele, die nicht ML-Methoden verwenden. So können etwa auch mit einfacheren Datenoperationen, wie die Anwendung bekannter korrelativer Zusammenhänge, bereits weitere persönliche Daten abgeleitet werden. Wicker (2012) diskutiert Beispiele, wie auf diese Weise aus Standortdaten weitere persönliche Daten abgeleitet werden können (z.B. sozioökonomischer Status). Weitere Beispiele sind etwa das Ableiten persönlicher Daten bei Fitnesstrackern, wo mit einer Bandbreite verschiedener datengetriebener Methoden (z.B. Kombinieren von Daten, statistische Zusammenhänge oder auch ML-Methoden) weitere Daten über das Individuum generiert werden können (vgl. Dini Kounoudes et al., 2023).

Durch die Anwendung datengetriebener Methoden, etwa zum Klassifizieren von Personen oder zum Vorhersagen persönlicher Daten, können auch unerwünschte Effekte, wenn nicht sogar diskriminierende Auswirkungen, entstehen, wie etwa hinsichtlich der Kategorisierungen von Individuen und damit zusammenhängender sozialer Ungleichheiten (z.B. eine Einteilung in sozioökonomische Gruppen basierend auf die Wohnadresse) (siehe für weitere Diskussionen dazu: Mann & Matzner, 2019).

Zusammenfassend mit Bezug auf die in dieser Arbeit betrachteten Interaktionssysteme mit ddA bedeutet das, dass mithilfe der Daten aus solchen Interaktionen verschiedener Nutzenden etwa Modelle trainiert werden können, deren Anwendung das Ableiten, Vorhersagen und Generieren persönlicher Daten ermöglicht, die Individuen selbst nicht bereitgestellt haben. Das betrifft insbesondere auch sensible Daten, die aus vermeintlich unsensiblen Interaktionsdaten auf diese Weise abgeleitet werden können. Dies veranschaulicht die Generierung und Vorhersage persönlicher Daten als Teil der zuvor beschriebenen impliziten Datenerhebung.

Eine weitere wichtige Beobachtung ist, dass solche Vorhersagen von persönlichen Daten aufgrund der statistischen Methodiken durchaus auch unzutreffend sein können. Zudem wird deutlich, dass das Erstellen solcher Vorhersagemodelle nur möglich ist, weil einige Nutzende die entsprechenden Trainingsdaten bereitgestellt haben. Daraus ergibt sich eine Verantwortung der Individuen auch gegenüber anderen Personen – was später im Rahmen der Diskussion der Ziele von Datenbewusstsein in Abschnitt 4.3.1 nochmal aufgegriffen wird (für eine ausführlichere Diskussion siehe auch: Höper, Schulte & Benzmüller, 2024). Bereits in den vorherigen Abschnitten wurde deutlich, dass für Datenbewusstsein neben einem Verständnis der Datenerhebung auch ein Verständnis von solchen datengetriebenen Methoden relevant ist. Zum Beispiel betrifft dies relativ einfache Datenoperationen oder auch Anwendungen von ML-Modellen, was schließlich auch wieder mit der impliziten Datenerhebung zusammenhängt. Dies wird später im Rahmen der Zielsetzungen des Konzepts ausführlicher diskutiert (siehe Abschnitt 4.3.4).

Die Möglichkeiten solcher datengetriebenen Methoden – etwa im Kontext der Erhebung und Verarbeitung von persönlichen Daten – ist Teil dessen, was Tedre et al. als „data-driven turn of technology“ (Tedre et al., 2020, S. 2) bezeichnen. Damit beschrei-

ben sie die technologischen Entwicklungen im Hinblick auf die vielfältigen Möglichkeiten datengetriebener Systeme, insbesondere jene mit ML. Dadurch wird etwa ein Tracking und Profiling in einem großen Maßstab möglich (vgl. Tedre et al., 2020; Zuboff, 2018), was eine Veränderungen der Art und Weise beschreibt, wie Menschen angesprochen und Systeme im Hinblick auf Individuen angepasst werden können, nämlich nicht mehr auf der ursprünglichen Basis von demographischen Merkmalen von Gruppen, sondern nun auf Grundlage individueller Merkmale (Tufekci, 2014) (siehe auch: Dalton & Thatcher, 2015; Kitchin & Lauriault, 2014).

Dies stellt ein Beispiel dafür dar, wie durch die Anwendung solcher datengetriebener Methoden und die damit mögliche Charakterisierung von Individuen basierend auf persönlichen Daten Herausforderungen und Implikationen für Individuen und Gesellschaft entstehen. Dies betrifft im Wesentlichen die Wechselwirkung zwischen Mensch und ddA, die später im Abschnitt 4.2.3 weiter diskutiert werden.² Durch die verbreitete Integration und Anwendung datengetriebener Methoden haben sich also die Interaktionen mit digitalen Systemen deutlich verändert, was mit der in dieser Arbeit spezifischen Arbeit der Interaktionssysteme mit ddA in den Blick genommen werden soll.

Insgesamt zeigen diese Ausführungen bis zu dieser Stelle, dass diverse persönliche Daten über Nutzende erhoben und generiert werden, was schließlich zu den Datenmodellen über Individuen führen, die in diesen Prozessen ebenfalls eine wichtige Rolle spielen. Mit Datenmodellen werden in dieser Arbeit insbesondere modellartige Repräsentation von Individuen bezeichnet. Diese werden nachfolgend weitergehend charakterisiert.

Datenmodelle über Individuen: Für die Charakterisierung von Datenmodellen über Individuen gibt es verschiedene Konzepte. Diese umfassen beispielsweise Digital Self (vgl. Tedre et al., 2020), Data Double (vgl. Haggerty & Ericson, 2000), Digital Doppelgänger (vgl. Bode & Kristensen, 2016), Digital Footprint (vgl. Kitchin, 2014), Data Shadows (vgl. Kitchin, 2014), User Models (vgl. Brusilovsky & Millán, 2007; Yigitbas et al., 2020) oder auch Algorithmic Identities (vgl. Cheney-Lippold, 2017). Im Folgenden sollen mehrere dieser Konzepte diskutiert werden, um damit Datenmodelle über Individuen zu charakterisieren. Die Anwendung datengetriebener Methoden (z.B. ML-Verfahren) wird dabei in diesem Abschnitt in der Regel auf Interaktionen zwischen Mensch und ddA bezogen; beispielsweise jene, die von kommerziellen Unternehmen entwickelt und angeboten werden. Solche Methoden werden teilweise auch in staatlichen Anwendungen angewendet (siehe etwa die Diskussion in: Ruppert, 2011), wo staatliche Institutionen etwa Klassifikation von Individuen oder Vorhersage von Verhalten bezüglich strafrechtlicher Verfolgung vornehmen, wodurch schließlich neue Formen der Überwachung entstehen können (vgl. Lyon, 2014). Für die Ausrichtung von Datenbewusstsein wird allerdings ein Fokus auf Interaktionen mit ddA gelegt, wie sie etwa bei Schüler:innen in alltäglichen Situationen vorkommen und so die Datenmodelle in den ddA betrachtet werden und weniger staatliche Praktiken diskutiert werden; das Verhältnis zwischen Individuum und Staat bedürfe einer gesonderten detaillierten Betrachtung. Weiterhin gibt es in der System- und Softwareentwicklung auch ähnliche Begrifflichkeiten, wie den der digitalen Zwillinge, die als digitale

²Nicht nur deswegen wird das Profiling in der Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) kritisch betrachtet. Demnach ist beispielsweise eine allein darauf basierende Entscheidung, die potenziell das Individuum beeinträchtigen kann, nicht zulässig (siehe dafür Artikel 22 in der DSGVO, etwa unter: <https://dsgvo-gesetz.de/art-22-dsgvo/>).

Repräsentationen von physischen Objekten oder Systemen verwendet werden (Attaran & Celik, 2023; Korenhof et al., 2023). Mithilfe solcher digitaler Zwillinge können physische Objekte oder Systeme etwa simulierend untersucht werden, um neues Wissen zu generieren oder Systeme zu optimieren (vgl. Korenhof et al., 2023). Die Verwendung solcher Modelle bietet viele verschiedene mögliche Anwendungskontexte in diesem Bereich (siehe etwa für weitere Diskussionen dazu: Attaran & Celik, 2023; Combemale et al., 2021). Dies betrifft jedoch in der Regel nicht direkt den Nutzenden als Objekt der Datenmodelle, wie es in dieser Arbeit jedoch betrachtet wird. Diese Konzepte werden hier daher nicht direkt diskutiert.

Im Hinblick auf Datenmodelle über Individuen sei zunächst der für Nutzende eher einsehbare Teil genannt. Dies wird etwa in der Konstruktion eines digitalen Selbst beschrieben, wie es Tedre et al. (2020) im Konzept Data Agency integriert haben. Dies bezieht sich auf die Darstellung des Individuums in digitalen Kontexten, wie beispielsweise eine Profilseite in Sozialen Medien, was in der Regel das Verhältnis zwischen den Nutzenden adressiert (interpersonelle Ebene). Wie auch Iske (2016) hervorhebt, geht es bei heutigen digitalen Systemen aber nicht mehr nur um diese selbst konstruierten Repräsentationen des Selbst, sondern vielmehr um die seitens des digitalen Systems oder auch der Anbietenden erstellten Profile des Nutzenden als Repräsentationen basierend auf den erhobenen Daten (z.B. Interaktionsdaten). So sind die Datenmodelle insbesondere bei geschlossenen, kommerziellen dda oft für den Nutzenden nicht vollständig einsehbar.

Bezüglich solcher Profilbildungen diskutiert McCosker (2017) die Verschiebung der betrachteten Daten: wo mal ein Fokus auf demographischen Informationen über die Individuen lag, stehen heute bei der algorithmischen Profilbildung insbesondere Daten wie etwa Interaktionsdaten (z.B. zum Verhalten des Nutzenden) im Fokus – also stärker auf den implizit erhobenen Daten. Konkret findet sich dieser Wandel beispielsweise im Bereich des Marketings wieder, beim dem Individuen mithilfe dieser Profile heutzutage zielgerichtet adressiert werden können (vgl. McCosker, 2017). In einer ähnlichen Diskussion schreibt Tufekci bezüglich der mit diesen Technologien möglichen Modellierung der Individuen: „such modeling allows for acquiring answers *about* an individual without directly asking questions *to* the individual“ (Tufekci, 2014, Hervorhebungen im Original). Es können also weitere Erkenntnisse über Nutzende abgeleitet werden statt sie danach zu fragen und womöglich ohne deren Kenntnis davon. Interessant für die Entwicklung von Datenmodellen sind also insbesondere die implizit erhobenen Daten.

Hinsichtlich der Daten über ein Individuum in digitalen Technologien unterscheidet Kitchin (2014) zwischen digital footprints und data shadows. Während die digital footprints sich auf Daten beziehen, die ein Individuum hinterlässt oder selbst bereitstellt, meint er mit data shadows Daten die andere über das Individuum generiert haben (vgl. Kitchin, 2014, S. 167). Diese Unterscheidung erinnert zunächst an die zuvor dargestellten Arten der expliziten (digital footprints) und impliziten Datenerhebung (data shadows). Kitchin argumentiert, dass „data footprints and shadows provide a highly detailed record of an individual’s daily life: their patterns of consumption, work, travel, communication, play, interactions with organisations, and their thoughts and interests“ (Kitchin, 2014, S. 167). In Anlehnung an diese Konzepte repräsentieren Datenmodelle somit ein Individuum und können es in einem hohen Detailgrad beschreiben. In einem anderen Buch argumentiert Kitchin, dass diese Repräsentationen (also Datenmodelle) für die Teilhabe an der Gesellschaft zu einem gewissen Grad notwendig sind, wie etwa für Bankkonten, Steuern

oder auch Dienstleistungen und Konsum; gleichwohl der Umfang dieser Datensammlung sicher nicht in jedem Kontext unbedingt notwendig wäre, wie es teilweise stattfindet (Kitchin & Dodge, 2011, S. 234). Mit dieser Unterteilung der digital footprints und der data shadows von Kitchin (2014) wird betont, für Datenmodelle insbesondere auch jene Aspekte und Prozesse in den Blick zu nehmen, die unter seinem Begriff der data shadows fallen. Dies knüpft an die vorherige Diskussion an, in der die Bedeutung der impliziten Datenerhebung herausgestellt wurde. Außerdem zeigt sich hier, dass Datenmodelle wegen der großen Masse von Daten sehr genau sein können und zu Teilen in unserer Gesellschaft nötig sein können.

In einer ausführlichen Diskussion um algorithmische Identitäten schreibt Cheney-Lippold: „Our algorithmic identities emerge from a constant interplay between our data and algorithms interpreting that data.“ (Cheney-Lippold, 2017, S. 25) Er beschreibt damit eine kontinuierliche Entwicklung einer algorithmischen Identität basierend auf der Erhebung und Verarbeitung von Daten. Der Interpretationsbegriff in diesem Zitat könnte sicher diskutiert werden, aber dennoch hebt diese Perspektive hervor, dass die Konstruktion dieser Identitäten (i.S. von Datenmodellen) über die Erhebung von Daten hinausgeht. Es umfasst auch, wie im Konzept der impliziten Datenerhebung enthalten, Prozesse des Ableitens und Generieren neuer Daten. Er beschreibt diese Identitäten als begrenzte aber auch ergänzte Sichtweisen auf das Individuum (vgl. Cheney-Lippold, 2017, S. 24). Insbesondere spielen dabei Klassifizierungen und Vorhersagen eine Rolle, die meist als statistische Aussagen zu verstehen sind (z.B. mit 80 prozentiger Sicherheit ist das Individuum der Kategorie A zuzuordnen). Das bedeutet, dass ein Datenmodell über die zuvor angesprochene Repräsentation des Individuums hinaus geht. Weiterhin beschreibt er, dass sich beispielsweise Klassifizierungen, also etwa das Einordnen in Kategorien basierend auf Nutzungsdaten, im weiteren Verlauf der Interaktion auch wieder ändern können, so dass die Konstruktion einer algorithmischen Identität als dynamischer Prozess verstanden werden sollte (vgl. Cheney-Lippold, 2017). Eingesehen werden können diese algorithmischen Identitäten allerdings meist nicht, was Cheney-Lippold (2017, S. 24f.) mit dem Vergleich zu einem Einwegspiegel beschreibt. Die implizite Datenerhebung spielt also eine große Rolle in der Konstruktion von Datenmodellen über Nutzende, was auch abgeleitete und vorhergesagte Daten umfasst. Diese abgeleiteten und vorhergesagten Daten (als Teil der impliziten Datenerhebung) auch unzutreffend sein können. Weiterhin kann aus dem Konzept der algorithmischen Identität von Cheney-Lippold (2017) abgeleitet werden, dass Datenmodelle nicht nur Repräsentationen der Individuen sind, sondern insbesondere ergänzte Sichtweisen, Interpretationen und Vorhersagen enthalten. Die von ihm angesprochenen dynamischen Veränderungen dieser Identitäten greift ein weiteres wichtiges Merkmal von Datenmodellen auf, und zwar ihren Zustand im Hinblick auf den Interaktionsverlauf, sodass sich die Datenmodelle also im Verlauf der Interaktion verändern können. Da die Datenmodelle durchaus einen Einfluss auf die Interaktionen haben können (siehe Abschnitt 4.2.3 für eine weitere Diskussion dazu), verändert sich dadurch unter anderem auch das Verhalten des ddA in dem Interaktionsverlauf – abhängig vom jeweiligen Zustand des Datenmodells.

Im Kontext der Diskussion um Überwachungen diskutieren Haggerty und Ericson (2000) das Konzept der Datendouble (data doubles). Es beschreibt, dass eine Repräsentation eines Individuums aus verschiedenen Daten erzeugt wird, die als Datendouble bezeichnet wird. Damit bezieht sich dieses Konzept also auf die Zusammenstellung oder

auch Ansammlung von Daten über ein Individuum. Diese Datendouble können dann für verschiedene kommerzielle und staatliche Kontexte verwendet werden, um etwa Individuen gezielt zu adressieren (z.B. Personalisierung) (vgl. Haggerty & Ericson, 2000). Ein Beispiel für die Erhebung persönlicher Daten ist der Kontext des Self-Trackings und Quantifizierung des Selbst, also beispielsweise das Erhebung von Fitness-, Gesundheits- oder Schlafdaten. Bezogen auf diesen Kontext werden ebenfalls Ideen zu solchen Konzeptionen zu Datendouble diskutiert (vgl. Bode & Kristensen, 2016; Ruckenstein, 2014). So beschreiben Bode und Kristensen (2016) bezogen auf diesen Kontext das Konzept des digitalen Doppelgängers, was als datenbasierte Repräsentation eines Individuums gemeint ist. Sie beschreiben es als „a digital version of the self that is perceived as 'more you than you are yourself'“ (Bode & Kristensen, 2016, S. 1) und heben hervor, dass der digitale Doppelgänger nie ein fertiges Produkt ist, sondern immer weiterentwickelt wird. Wobei hier eine endgültige Aussage dahingehend eingeschränkt werden sollte, als dass die weitere Erhebung und Generierung von Daten unter Umständen auch nicht immer fortgeführt werden muss oder darf. Wichtig hervorzuheben ist allerdings, dass es um keine finale und vollständige Repräsentation geht. Des Weiteren diskutieren Bode und Kristensen unter anderem das Verhältnis zwischen Individuen und deren digitalen Doppelgängern. Die umfasst unter anderem, dass Individuen mit ihren digitalen Doppelgängern interagieren und in ein Verhältnis zu sich selbst stellen, wobei eine Person etwa die Visualisierungen von Self-Tracking Daten (z.B. bezogen auf den eigenen Schlaf) als ein Teil des digitalen Doppelgängers untersuchen kann, um sich selbst anders wahrzunehmen und gegebenenfalls das eigene Verhalten anzupassen (z.B. um bestimmte Ziele zu erreichen) (vgl. Bode & Kristensen, 2016). Hinsichtlich des Beeinflusstwerdens schreiben Bode und Kristensen zu einem digitalen Doppelgänger: er ist „created out of events from the past, modifies the actor in the present“ (Bode & Kristensen, 2016, S. 18). Das bedeutet, dass ein Individuum durch einen digitalen Doppelgänger beeinflusst werden kann und das Individuum sich mit dem digitalen Doppelgänger auseinandersetzen und so das eigene Selbst reflektieren kann. Die direkte Interaktion mit einem digitalen Doppelgänger ist nicht pauschal auf dda zu übertragen, da diese für den Nutzenden nicht immer einsehbar und zugreifbar sind. Für den Kontext der dda ist allerdings die repräsentative Vorstellung von Datenmodellen und das Wirkungsverhältnis zwischen Individuum und der Datenmodelle interessant (für weitere Diskussionen zur Wechselwirkung siehe Abschnitt 4.2.3).

Eine weitere Perspektive auf Datenmodelle liefert das User Modeling, teilweise auch als User Profiling bezeichnet (vgl. Gauch et al., 2007). Dies stellt einen Prozess dar, bei dem ein User Model erzeugt wird, das zur Adaption eines Systems genutzt wird (vgl. Brusilovsky & Millán, 2007). Ein User Model kann wie folgt beschrieben werden: „The user model is a representation of information about an individual user that is essential for an adaptive system to provide the adaptation effect, i.e., to behave differently for different users.“ (Brusilovsky & Millán, 2007, S. 3) Augstein et al. nehmen hingegen die Daten etwas mehr in den Fokus und beschreiben User Modeling als: „User modeling refers to the process of collecting data about users, inferring a user model in order to apply this model to customize and personalize systems.“ (Augstein et al., 2019, S. V) Es geht also bei User Modeling um das Ableiten eines Modells über den Nutzenden basierend auf zuvor erhobenen Daten. Ein Beispiel für die Verwendung solcher User Models ist etwa die Personalisierung oder auch konkret die Anwendung für Empfehlungssysteme (z.B. für Streamingdienste), wo mithilfe solcher Modelle personalisierte Empfehlungen ge-

neriert werden können (siehe auch: Augstein et al., 2019). Dort werden beispielsweise über die Interaktionen der Nutzenden, wie etwa das Anschauen, Auswählen oder auch Überspringen von Empfehlungen/Inhalten, Daten erhoben und damit User Models erzeugt, die als Grundlage für das Empfehlungssystem dienen (z.B. Zhao et al., 2019). Gerade in solchen Beispielanwendungen ist die dynamische Konstruktion und Weiterentwicklung der User Models interessant, wofür etwa Daten über das Interaktionsverhalten oder auch zum räumlichen und zeitlichen Kontext der aktuellen Interaktion kontinuierlich erhoben werden (vgl. Knees et al., 2019). Im Kapitel 5 wird der Kontext der Empfehlungssysteme (Recommender System) und der Rolle der Datenmodelle über Nutzende darin ausführlicher als einer der Kontexte für Unterrichtsvorhaben dieses Dissertationsvorhabens diskutiert. Ein weiterer Anwendungsfall für User Models ist die Anpassung von User Interfaces, wie etwa hinsichtlich der Stimmungen des Nutzenden (z.B. Yigitbas et al., 2020). Aus der Betrachtung von User Models kann für die Idee der Datenmodelle insbesondere abgeleitet werden, dass sie auf Daten basieren, kontinuierlich im Interaktionsverlauf entwickelt werden und die Rückmeldung von digitalen Systemen beeinflussen können (z.B. im Hinblick auf Adaptionen der Benutzungsoberfläche oder Personalisierungen).

Die vorherigen Konzepte bezogen sich auf Individuen, die mit einem digitalen System interagieren, sodass Datenmodelle auf Nutzende bezogen wurden. Eine interessante Frage ist dabei, ob das Individuum denn überhaupt selbst mit dem ddA interagieren muss. Zuvor wurde bereits diskutiert, dass die Datenerhebung in der Interaktion eines Nutzenden mit dem ddA erlauben kann, Daten über andere Individuen abzuleiten. Daran anknüpfend werden Datenmodelle über Individuen auch mit Daten aus den Interaktionen anderer Personen weiterentwickelt. Darüber hinaus wird das Konzept der Schattenprofile („shadow profiles“) beschrieben (Garcia, 2017). Diese beziehen sich in erster Linie darauf, dass Daten über Personen erhoben und generiert werden, obwohl diese Individuen diese nicht selbst bereitgestellt haben und womöglich selbst nicht mit dem jeweiligen digitalen System interagieren. Stattdessen werden von anderen Personen bereitgestellt oder aus deren Daten abgeleitet wurden (vgl. Garcia, 2017). Ein Beispiel dafür ist, wenn Personen Kontaktdaten mit einer Plattform synchronisieren, dabei persönliche Daten von anderen bereitstellen, und die Plattform diese Daten verwendet. Eine Person hat dann persönliche Daten über eine andere Person bereitgestellt. Aufgekommen ist die Diskussion zu diesem Konzept, als bekannt wurde, dass bei einzelnen sozialen Netzwerken solche Kontaktdaten gespeichert wurden (siehe Diskussion dazu in: Garcia, 2017). Die Idee der Schattenprofile betrifft allerdings nicht nur direkt bereitgestellte Daten, sondern auch abgeleitete oder vorhergesagte Daten. Garcia (2017) untersuchte diesen Fall exemplarisch und konnte persönliche Daten über Personen (z.B. den Beziehungsstatus), die nicht Nutzende eines sozialen Netzwerks waren, vorhersagen. Dies knüpft an die Diskussion zu Networked Privacy an (vgl. Marwick & Boyd, 2014), wo diskutiert wird, dass die Betrachtung und der Schutz der individuellen Privatsphäre die Vernetzungen der Individuen mit anderen Personen berücksichtigen muss. Die Konstruktion von Datenmodellen kann demnach auch von den Interaktionen anderer Personen mit einem ddA abhängen; oder mit anderen Worten: Die Konstruktion eines Datenmodells wird auch durch andere Personen ermöglicht und hängt nicht allein davon ab, welche Daten in der eigenen Interaktion mit einem ddA explizit und implizit erhoben werden.

Dies knüpft ebenfalls an die vorherige Diskussion zu den Vorhersagemodellen an, die zur Konstruktion dieser Datenmodelle interessant sind (vgl. Mühlhoff, 2021; Sarker, 2021).

Das bedeutet, dass die eigenen Daten – also die Datenmodelle – zur Vorhersage von Daten über andere Personen beitragen können, also gerade zur Konstruktion der Datenmodelle über andere Individuen beitragen. Für die Datenmodelle bedeutet das dann, dass diese untereinander in Wechselwirkungen stehen und sich beeinflussen. Ein typisches Beispiel wo dies deutlich wird, ist die Verwendung solcher Datenmodelle über die Individuen für Empfehlungssysteme, wo diese etwa im Rahmen von kollaborativen Filtermethoden in einen direkten Bezug zueinander gestellt werden (für detailliertere Diskussion zu Empfehlungssystemen siehe auch Kapitel 5, wo dies als ein Unterrichtsthema diskutiert wird). Anknüpfend daran sei das Aggregieren von persönlichen Daten zu Gruppenmodellen – etwa gruppenspezifische Vorhersagemodelle basierend auf gemeinsame Klassifikationen – erwähnt, was eine weitere Perspektive auf die Wechselwirkungen zwischen Datenmodellen darstellt.

Zusammenfassend werden **Datenmodelle über Individuen** in dieser Arbeit wie folgt verstanden: Datenmodellen beschreiben modellhafte Repräsentationen von Individuen, die basierend auf der expliziten und impliziten Datenerhebung entwickelt werden. Sie gehen daher über die reine Repräsentation hinaus und können stattdessen auch abgeleitete und vorhergesagte Daten enthalten. Darüber hinaus haben Datenmodelle in ddA häufig eine prägende Rolle auf die Interaktion zwischen Mensch und ddA (z.B. im Hinblick auf die Rückmeldungen des ddA), was vom aktuellen Zustand des Datenmodells abhängt.

Somit kann ein Datenmodell zum Beispiel auch Vorhersagen für das zukünftige Verhalten des Nutzenden umfassen oder auch Vorhersagen für Daten, die nicht vom Nutzenden selbst bereitgestellt wurden, wie zum Beispiel zu Persönlichkeitseigenschaften. Mit anderen Worten können unter anderem sensible Daten mithilfe von ML-Modellen und anderen Ansätzen aus vermeintlich unsensiblen Daten abgeleitet werden. Insbesondere die generierten Daten (u.a. Vorhersagen und Klassifikationen) können auch unzutreffend sein und sich im Laufe der Interaktion verändern. Solche Vorhersagen können sich dabei auf persönlichen Eigenschaften, Interessen oder ähnliches beziehen, können aber auch zukünftiges Verhalten abschätzen. Ein Datenmodell ist also in der Regel eine ergänzte Sichtweise auf den Nutzenden und geht so auch über die reine Repräsentation und Charakterisierung des Individuums und der vergangenen Interaktionen hinaus. Die Datenmodelle über verschiedene Individuen hängen oft in einem Wechselwirkungsverhältnis zusammen, wie etwa im Rahmen der Vorhersagemodelle oder auch Personalisierungen zu erkennen ist. Hinsichtlich des Verhältnisses zwischen Datenmodell und Individuum ist anzumerken, dass ein Datenmodell oft teilweise von dem Nutzenden einsehbar ist, wie etwa in dem Konzept des digitalen Doppelgängers für den Beispielkontext des Self-Trackings argumentiert. Meist ist allerdings die Einsicht in diese Datenmodelle eingeschränkt, insbesondere wenn es sich um geschlossene Systeme handelt, wie etwa kommerzielle Anwendungen.

Das bedeutet nun bezogen auf die Interaktionsperspektive, dass ein Datenmodell über einen Nutzenden im Verlauf der Interaktion durch die explizite und implizite Datenerhebung entsteht. Zuvor wurden diese beiden Arten der Datenerhebung im Rahmen der Interaktion im Sinne der Interaktionsketten interpretiert (siehe Abbildung 4.5). Die Charakterisierung von Datenmodellen ermöglicht nun weitere Konkretisierungen der Perspektive auf diese Interaktionen. Eine besondere Rolle spielt dabei die dynamische Konstruktion der Datenmodelle über den Interaktionsverlauf hinweg, sodass diese in den verschiedenen Interaktionsschritten der Interaktionskette unterschiedliche Zustände haben können. Diese Zustände von Datenmodellen heben die Bedeutung der ddA hervor, bei denen durch

das Datenmodell somit zu unterschiedlichen Zeitpunkten verschiedene Ausgaben erzeugt werden können. Das Beispiel der Verwendung von Datenmodellen für Personalisierungen, wie zum Beispiel im Rahmen von Empfehlungsdiensten, zeigt deutlich, dass sich die Rückmeldungen des ddA in Abhängigkeit des jeweiligen Zustands des Datenmodells verändern, selbst wenn der Nutzende dieselbe Aktion durchführt. Dies erschwert zusätzlich das Verstehen eines ddA und deren Ausgaben, ähnlich wie Blackwell (2015) für User Models in ML-Systemen argumentiert, durch die das Verhalten des Systems schwieriger vorherzusehen ist. Andersherum argumentiert hebt dies die Notwendigkeit für Datenbewusstsein hervor, die Rolle dieser Datenmodelle zu verstehen. Das Verhalten des ddA wird also von den Zuständen des Datenmodells geprägt und ändert sich im Interaktionsverlauf, was die Wahl der interaktionsgeprägten Sichtweise unterstützt sowie an die Argumentation von Rahwan et al. (2019) anknüpft, solche Systeme in ihrer Nutzungszeit zu untersuchen.

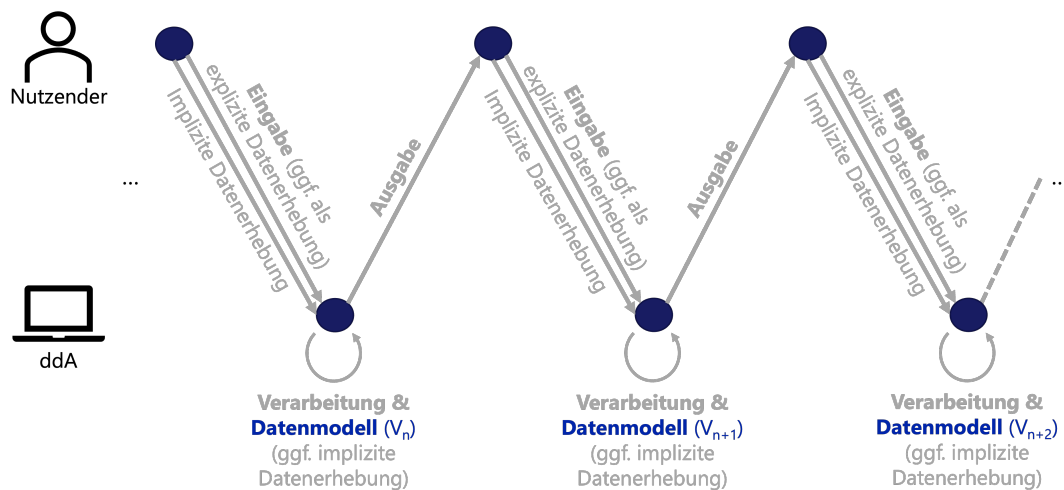


Abbildung 4.6: Interpretation der Datenmodelle aus der Perspektive der Interaktion mit einem ddA als Weiterentwicklung von Abbildung 4.5; hervorzuheben sind die verschiedenen Zustände des Datenmodells, die den Interaktionsverlauf prägen (können)

Das Konzept der Datenmodelle ist in erster Linie als analytische Denkhilfe zu verstehen und weniger als gespeicherte Daten an einer Stelle des Systems, vielmehr kann sich ein solches Datenmodell auch aus Daten an verschiedensten Stellen des Systems zusammensetzen. Anzumerken ist weiterhin, dass in Orientierung an die vorherige Diskussion der Schattenprofile und des Third-Party Trackings, die Konstruktion von Datenmodellen nicht unbedingt an die eigene Interaktion mit des jeweiligen ddA gebunden ist.

In Orientierung an die beiden charakterisierten Arten der Datenerhebung und dem Stand der Forschung in Abschnitt 2.6.1 deutet sich an, dass Nutzende sich über die implizite Datenerhebung eher weniger bewusst sind, so etwa weniger Verständnis von inferierten Daten haben. Da gerade diese generierte, abgeleitete und vorhergesagten Daten für die Datenmodelle von besonderem Interesse sind, liegt es nahe, dass sich Nutzende über wichtige Eigenschaften der Datenmodelle eher nicht bewusst sind.

Primäre und sekundäre Datenverarbeitungszwecke

Die Praktiken der Datenerhebung und Verarbeitung, damit also auch die Konstruktion und Verwendung der Datenmodelle, unterliegen verschiedensten Intentionen und Zwecken. Tendenziell offensichtlich sind zugrunde liegende Intentionen und Zwecke bei einem ddA, wenn die Funktionalitäten des ddA betrachtet werden, etwa das Anzeigen von Suchergebnissen bei einer Suchmaschine oder auch das Darstellen einer personalisierten Startseite bei einer Streamingplattform. Für solche Funktionalitäten sind mitunter persönliche Daten relevant. Darüber hinaus spielen häufig auch andere Intentionen und Zwecke eine Rolle. Deutlich wird dies etwa bei kommerziellen ddA, also oft auch geschlossenen Systemen, bei denen beispielsweise ökonomische Ziele eine Rolle spielen – häufig dort sogar die treibenden Motive sind (vgl. Mayer-Schönberger & Cukier, 2017; Pangrazio & Sefton-Green, 2020; Zuboff, 2018). Generell ist aber zunächst festzuhalten, dass – unabhängig vom konkreten Kontext des ddA – immer bestimmte Zwecke und Intentionen für die Erhebung und Verarbeitung persönlicher Daten und die Verwendung der Datenmodelle zugrunde liegen, die häufig von verschiedenen Akteuren stammen (siehe Abbildung 4.2.1 für mögliche Einflussfaktoren bei ddA). In diesem Abschnitt sollen solche zugrunde liegenden Zwecke (oder auch Intentionen) diskutiert werden, wobei es weniger um eine Diskussion wirtschaftlicher Interessen geht, sondern vielmehr um verschiedene Perspektiven im Hinblick auf die Rolle von Daten. Somit wird in diesem Absatz folgender Frage nachgegangen:

Wozu werden die erhobenen und generierten Daten und Datenmodelle verarbeitet?

Digitale Artefakte bieten in der Regel Funktionalitäten oder Funktionen, die schließlich zu den Gründen zählen, warum diese Artefakte genutzt werden. Wie bereits erwähnt, können solche Funktionalitäten Datenpraktiken erforderlich machen, etwa im Hinblick auf die Entwicklung und Verwendung von Datenmodellen. Dies soll nachfolgend näher beleuchtet werden.

Ein Beispiel für die Verwendung persönlicher Daten beziehungsweise der Datenmodelle über Individuen ist die Entwicklung von Empfehlungssystemen und allgemein die Umsetzung von Personalisierungen (vgl. Jordan & Mitchell, 2015; Sarker, 2021). Dies stellt einen typischen und häufig zu findenden Anwendungsfall der Datenmodelle dar, die dazu verwendet werden können, ein digitales System (z.B. ein ddA) an Nutzende und deren Präferenzen anzupassen beziehungsweise personalisierte Rückmeldungen zu liefern (vgl. Augstein et al., 2019; Chandra et al., 2022; Gauch et al., 2007). Bezogen auf das Beispiel der Suchmaschine könnte sich dies unter anderem auf die Auswahl der Suchergebnisse beziehen, die für den Nutzenden vermutlich relevant sind. Treffend schreiben Den Hengst et al. (2020) zur Personalisierung: „Digital systems enable personalization on a grand scale. The key enabler is data. While the software on these systems is identical for all users, the behavior of these systems can be tailored based on experiences with individual users.“ (Den Hengst et al., 2020, S. 108) Die Daten sind also zentral, womit das Verhalten von ddA angepasst werden kann. Die Formulierungsweise zur Anpassung des „Verhaltens“ ist allerdings etwas uneindeutig.

Der Begriff der Personalisierung wird häufig nicht einheitlich benutzt. Er kann etwa dahingehend betrachtet werden, wer etwas personalisiert, was personalisiert werden soll und für wen es personalisiert wird (vgl. Fan & Poole, 2006). Personalisierung wird von

Fan und Poole wie folgt definiert: „a process that changes the functionality, interface, information access and content, or distinctiveness of a system to increase its personal relevance to an individual or a category of individuals“ (Fan & Poole, 2006, S. 183). Es geht demnach um eine Ausrichtung des Systems und dessen Rückmeldungen an Nutzende (z.B. Individuen oder Gruppen), wodurch die empfundene Relevanz des Systems erhöht werden soll. Personalisierung kann sich dabei etwa auf verschiedene „elements of a system [...] (content, functionality, interface, channel)“ (Fan & Poole, 2006, S. 197) beziehen, die an den Nutzenden angepasst werden können. Zum Beispiel betrifft dies die Auswahl der Inhalte, deren Darstellung oder auch eine Anpassung des Erscheinungsbildes des Systems. Demnach sind adaptive Systeme ein technologischer Ansatz, mit dem Personalisierungen umgesetzt werden können (vgl. Fan & Poole, 2006). Unterschieden werden in diesem Kontext insbesondere zwischen der Inhaltsebene (z.B. Auswählen relevanter Inhalte) und der Anpassung der Inhaltsstruktur, Präsentation von Inhalten oder auch Navigation adaptiver Systeme (siehe: Steichen et al., 2012). Es sei bereits angemerkt, dass es verschiedene Herausforderungen bei Personalisierungen (und Adaptionen) von ddA und ihren Rückmeldungen gibt (vgl. Steichen et al., 2012), was unter anderem auch Auswirkungen auf den Nutzenden umfasst, wie etwa mit dem Phänomen der Filterblasen beschrieben wird. Dies wird im nachfolgenden Abschnitt zu den Besonderheiten der Interaktion und Wechselwirkung ausführlich diskutiert (siehe Abschnitt 4.2.3).

Um eine Personalisierung vorzunehmen, wie etwa bei Empfehlungssystemen, gibt es verschiedenste Methoden und Ansätze; insbesondere ML-Methoden sind dafür interessant (siehe z.B.: Den Hengst et al., 2020; Naumov et al., 2019; S. Zhang et al., 2019). Ein wesentliches Ziel von Empfehlungssystemen ist die Auswahl von für den Nutzenden relevanter Inhalte oder Informationen, die aufgrund ihrer Menge schlichtweg nicht alle angezeigt werden können; gleichzeitig soll dadurch die Nutzungserfahrung verbessert werden (z.B.: S. Zhang et al., 2019). Eine Diskussion von Empfehlungssystemen findet als eines der Themen für die Unterrichtsvorhaben dieser Arbeit in Abschnitt 5.3 statt. Interessant sind hier die beiden Zielsetzungen, die so auch allgemeiner für Personalisierungen und Adaptionen von digitalen Systemen zu finden sind (vgl. Chandra et al., 2022). Es geht im Wesentlichen um zwei Perspektiven: Auf der einen Seite unterstützen Personalisierungen die Informationsüberflutung, indem die für den Nutzenden relevanten Inhalte ausgewählt und entsprechend relevante Rückmeldungen gegeben werden können. Dies bietet dann eine Funktionalität, damit Nutzende durch die Menge verfügbarer Inhalte navigieren und entsprechende Ergebnisse und Inhalte finden können. Auf der anderen Seite – insbesondere für kommerzielle Kontexte – geht es aber auch um die Gestaltung der Interaktion zwischen Nutzenden und ddA, die zur Verbesserung der Nutzungserfahrungen beitragen und so gegebenenfalls zur Erhöhung der Nutzungszeiten führen soll (vgl. Montag, 2021, S. 39-42) (siehe auch: Zuboff, 2018). Dabei kann bereits beobachtet werden, dass ein und dieselbe Technologie (z.B. Empfehlungssysteme) für verschiedene Zwecke eingesetzt werden und unterschiedliche Wirkungen entfalten können. Das unterstreicht nochmals die Notwendigkeit die zugrunde liegenden Zwecke zu betrachten, wenn Schüler:innen eine Position zu ddA einnehmen und Bewertungen der Datenpraktiken vornehmen sollen.

Vor allem bezogen auf kommerzielle Anwendungen kann die Beobachtung gemacht werden, dass etwa auf Basis erhobener Daten über ein Individuum mittels datengetriebener Methoden Vorhersagen für das zukünftige Verhalten gemacht werden können, womit zwar die Funktionen bereitgestellt und eventuell angepasst werden können, die aber auch

für andere Ziele genutzt werden können (z.B. Tufekci, 2014; Zuboff, 2018). Aufbauend auf einem (zuvor beschriebenen) Experiment zur Vorhersage von persönlichen Informationen und Eigenschaften von Individuen basierend auf deren Likes, weisen Kosinski et al. (2013) die Bedeutsamkeit solcher Vorhersagen für die Konstruktion von User Models beispielsweise für Marketingzwecke hin; sie warnen aber gleichzeitig davor, dass solche Vorhersagen aufbauend auf dem Verhalten der Nutzenden durchaus negative Auswirkungen haben können. Später im Abschnitt 4.2.3 werden solche Auswirkungen im Rahmen der Wechselwirkungen in diesen Interaktionen mit ddA ausführlicher diskutiert.

Das bedeutet, es gibt verschiedene Zwecke für die Verarbeitung von Daten, die bei den vorherigen Beispielen deutlich werden: In der ersten Perspektive geht es um die Bereitstellung des ddA und dessen Funktionalitäten, was etwa das Auswählen relevanter Inhalte auf einer Webseite nötig macht, auf der nicht immer alle Inhalte angezeigt werden können. Bei der zweiten Perspektive werden darüber hinausgehende Interessen angestrebt, wie etwa kommerzielle Ziele.

Damit kann die grundlegende Idee der beiden Typen von Zwecken für die Verarbeitung und Verwendung von Daten eingeführt werden, die in dieser Arbeit unterschieden werden: *Primäre* und *sekundäre Zwecke* der Verarbeitung und Verwendung der Daten und Datenmodelle. Ersteres bezieht sich auf die Bereitstellung von Funktionen des ddA, wohingegen letztere darüber hinausgehen. Diese beiden Zweckarten werden nun nachfolgend näher charakterisiert und konkretisiert. Dabei ist zu beachten, dass teilweise der kontextuelle Rahmen des ddA eine entscheidende Rolle spielen kann (siehe Abschnitt 4.2.1 für kontextuelle Einflussfaktoren für ddA); so kann es hinsichtlich der Zwecke durchaus einen Unterschied machen, ob eine Anwendung von einer Open-Source Community entwickelt wird oder von einem kommerziellen Unternehmen angeboten wird, insbesondere im Hinblick auf die sekundären Zwecke. Eine detaillierte Unterscheidung solcher Kontext würde den Rahmen der Diskussion der Zwecke an dieser Stelle übersteigen, es werden allerdings explizit auch Aspekte diskutiert, die besonders bei geschlossenen kommerziellen Systemen eine Rolle spielen.

Durch die technologischen Entwicklungen der letzten Jahrzehnte mit den Möglichkeiten der Erhebung und Verarbeitung großer Mengen persönlicher Daten haben sich auch die Ziele der Anbietenden von ddA und damit auch die Zwecke der Datenverarbeitung verschoben. So stehen heute oft nicht die Funktionalitäten im Mittelpunkt, sondern eher jene Prozesse, die hier mit den sekundären Zwecken beschrieben wurden (vgl. Zuboff, 2019a). Dies betrifft insbesondere kommerzielle Anwendungen (z.B. Couldry & Mejias, 2019; Mayer-Schönberger & Cukier, 2017; Montag, 2021; Zuboff, 2018), wo wirtschaftliche Interessen eine größere Rolle spielen als in offenen Systemen. Eine Ausdifferenzierung verschiedener Geschäftsmodelle ist nicht Ziel der Charakterisierung der Rolle von Daten in dieser Arbeit, für solche Diskussionen zu kommerziellen und monetären Interessen und verschiedenen datenbasierten Geschäftsmodelle, die in den letzten Jahrzehnten entstanden sind, sei beispielsweise auf andere Diskussionen verwiesen (siehe z.B.: Chandra et al., 2022; Couldry & Mejias, 2019; Mayer-Schönberger & Cukier, 2017; West, 2019; Zuboff, 2018).

Bezogen auf das vorherige Beispiel der Personalisierung lässt sich dies am Anwendungsfall der personalisierten Werbung verdeutlichen, die durch die Erhebung und Verarbeitung persönlicher Daten der Nutzenden ermöglicht wird. So können beispielsweise aus erhobenen Daten abgeleiteten Präferenzen dafür genutzt werden, relevante Werbung

zu identifizieren und anzuzeigen. Eine kurze Betrachtung dieses Beispiels soll helfen, die Rolle der sekundären Zwecke zu verdeutlichen. Im Hinblick auf Personalisierungen gibt Zuboff (2018, S. 96-105) bezogen auf Google wieder, dass sie, obwohl sie eigentlich gegen Werbung waren, aus finanziellen Gründen aber nicht drum herum kamen, ein Werbesystem eingeführt haben, dieses dann aber wenigstens auf die Nutzende zugeschnittene Werbung liefern sollte. Die Auswahl von Werbung sollte also gut zu den Datenmodellen der Nutzenden passen. Dieses Beispiel findet sich heute in einer Vielzahl von digitalen Systemen im Alltag.

Je nach Anwendungsfall kann Personalisierung also differenziert hinsichtlich der Unterscheidung von primären und sekundären Zwecken betrachtet werden. Wenn beispielsweise die Auswahl der Inhalte einer Webseite auf den Nutzenden zugeschnitten erfolgt, was als Funktionsweise des ddA und somit als primärer Zweck verstanden werden kann, stellt sich die Frage, wie es sich mit anderen Personalisierungen und Adaptionen des Systems verhält, etwa personalisierte Werbung. In diesem Fall würde die personalisierte Werbung als Teil der sekundären Zwecke angesehen werden, weil es in der Regel nicht direkt eine Funktionalität des ddA dient.

Es stellt sich nun aber weiter die Frage, was sekundäre Zwecke genauer ausmacht. Bezogen auf die Erhebung und Verarbeitung persönlicher Daten hebt Zuboff insbesondere die Verhaltensdaten hervor, zu denen sie argumentiert:

„Ein Teil dieser Daten dient der Verbesserung von Produkten und Diensten, den Rest erklärt man zu proprietärem *Verhaltensüberschuss*, aus dem man mithilfe fortgeschrittener Fabrikationsprozesse, die wir unter der Bezeichnung 'Maschinen- oder künstliche Intelligenz' zusammenfassen, Vorhersageprodukte fertigt, die erraten, was sie jetzt, in Kürze oder irgendwann tun. Und schließlich werden diese Vorhersageprodukte auf einer neuen Art von Marktplatz für Verhaltensvorhersagen gehandelt, den ich als Verhalteterminkontraktmarkt bezeichne.“ (Zuboff, 2018, S. 22, Hervorhebung im Original)

Zunächst geht es bei ihrer Betrachtung insbesondere um die Verwendung persönlicher Daten und Generierung neuer Daten, wie etwa die Vorhersagen für das Verhalten eines Individuums. Dies knüpft an die vorherige Diskussion über die implizit erhobenen Daten und die Konstruktion der Datenmodelle an. Außerdem beschreibt sie zwei verschiedene Perspektiven für die Nutzung solcher Daten – etwas allgemeiner werden in dieser Arbeit persönliche Daten und nicht nur Verhaltensdaten betrachtet. Sie beschreibt zum einen die „Verbesserung von Produkten und Diensten“ und zum anderen die Nutzung als „Verhaltensüberschuss“ der etwa für weitergehende kommerzielle Zwecke genutzt werden kann. Beides geht über die Generierung der Rückmeldung hinaus und ist somit den sekundären Zwecken zuzuordnen, stellen allerdings zwei verschiedene Perspektiven dieser sekundären Zwecke dar: das Weiterentwickeln des ddA oder anderer ddA sowie die Verwendung der Daten für weitere darüber hinausgehenden Zwecke, wie etwa kommerzielle Zwecke.

Die Weiterentwicklung der Systeme mithilfe der erhobenen Daten beschreibt Zuboff (2018, S. 91f.) mit einem Verhaltenswert-Reinvestitionszyklus. Dabei geht es darum, dass die erhobenen Daten (bei ihr meist auf Verhaltensdaten bezogen) dazu verarbeitet werden, die Funktionalitäten zu verbessern, was schließlich wieder die Anzahl der Nutzenden erhöht und somit zu mehr Datenerhebungen führt (vgl. Zuboff, 2018, S. 91f.). An dieser Beschreibung wird deutlich, dass sekundäre Zwecke (z.B. die Entwicklung neuer Funktio-

4.2 INHALTLICHE CHARAKTERISIERUNG DER INTERAKTIONSSYSTEME MIT ddA

nalitäten) durchaus zu einem späteren Zeitpunkt zu primären Zwecken werden können, sofern etwa die Funktionalitäten des ddA erweitert oder geändert werden.

Interessant ist dabei außerdem die Idee, die zuvor unbeachteten Daten zu nutzen, weil sie nicht zur Verbesserung des Produkts geholfen haben. Zuboff bezeichnet diese als „Datenabgase“ (Zuboff, 2018, S. 90-93). Durch die Entdeckungen, dass solche Daten, die nicht für die Verbesserung des Dienstes genutzt werden, dennoch nutzbar sind, wie etwa für personalisierte Werbung wurden diese vermeintlichen Nebenprodukte zu dem, was Zuboff (2018) als „Verhaltensüberschuss“ bezeichnet. Die Änderung ist also, dass die Verarbeitung der Daten deutlich über die Bereitstellung und Verbesserung des digitalen Systems (Produkt) hinausgeht (vgl. Zuboff, 2018, S. 121). Bezogen auf die beiden zuvor beschriebenen Arten der Zwecke (primäre und sekundäre Zwecke) heißt das gerade, dass die sekundären Zwecke aus Sicht anderer Akteure im Kontext des ddA an Bedeutung gewonnen haben. Das bedeutet, dass das Konzept der sekundären Zwecke oft eher aus Sicht der Anbietenden zu sehen ist und deren Interessen und Ziele beschreibt, während die primären Zwecke sich eher auf die Funktionalität der ddA beziehen und somit aus der Sicht von Nutzenden erklärt werden können.

Ein Beispiel für die Verwendung solcher Verhaltensdaten und der Vorhersagen beziehungsweise des Verhaltensüberschusses ist laut Zuboff (2018) die Einflussnahme auf das Verhalten der Nutzenden. Sie schreibt: „Das neue Ziel besteht darin, uns selbst zu automatisieren“ (Zuboff, 2018, S. 23). Damit spricht sie Prozesse an, die teilweise unter Begriffen wie Verhaltenssteuerung oder Verhaltensmanipulation diskutiert werden. Es geht darum, dass persönliche Daten und insbesondere implizit erhobene Daten (inkl. abgeleiteter Daten und Vorhersagen) genutzt werden können, um einen Einfluss auf das Verhalten von Individuen zu nehmen. Zunächst wird an dieser Stelle nicht unterschieden, ob dies eine aktive Einflussnahme ist oder der Einfluss als Nebenprodukt mit anderen Zwecken einhergeht. Solche Einflussnahmen sind Teil der Wechselwirkung zwischen Mensch und ddA, die im nächsten Abschnitt näher diskutiert werden (siehe Abschnitt 4.2.3). Als Beispiel solcher Zwecke sei an dieser Stelle neben der personalisierten Werbung auch das Nudging genannt, was im nächsten Abschnitt beschrieben wird.

Ein weiterer Aspekt hinsichtlich der Verwendung persönlicher Daten in ddA betrifft die Intransparenz von Datenpraktiken und (insbesondere geschlossenen) Systemen, was sich auch in den Eigenschaften der primären und insbesondere sekundären Zwecke niederschlägt. Burrell diskutiert drei Formen der Opazität von ML-Systemen: (1) absichtlich durch Unternehmen oder Institutionen hervorgerufen, (2) fehlende technische Fähigkeiten zum Verstehen der Systeme (z.B. Verstehen des Codes) und (3) durch die Charakteristiken von ML bestimmt (u.a. hohe Dimensionalitäten) (vgl. Burrell, 2016, S. 1-2). Während die zweite und dritte Form auf Bildungsbedarfe und Entwicklungen von Ansätzen zur Erklärbarkeit und Nachvollziehbarkeit von ML-Technologien bezogen sind, beschreibt die erste Form eine absichtliche Verschleierung, die beispielsweise Datenpraktiken betrifft. So bleibt etwa undurchsichtig (oder soll bleiben), wie und wozu die Daten konkret verwendet werden (vgl. Burrell, 2016). Dies kann prinzipiell auf beide Zweckarten zutreffen, insofern dass die Datenpraktiken für die Funktionalitäten im Detail (etwa auf Quelltext-Ebene) eventuell für Nutzende nicht einsehbar und nachvollziehbar sind; nichtsdestotrotz werden solche Zwecke aufgrund der Verknüpfung zu den Funktionalitäten eher kommuniziert und bis zu einem gewissen Grad transparent gemacht. Das soll nicht heißen, dass die Kenntnis über die Zwecke auch voraussetzt, dass die Verarbeitung von Daten im Detail vollständig

bekannt ist. So muss ein Nutzender vielleicht nicht wissen, wie die algorithmischen Verfahren einer Suchmaschine im allerletzten Detail funktionieren, um zu verstehen, dass die Suchanfrage wohl für die Bereitstellung der Suchergebnisse genutzt wird. Bezogen auf die sekundären Zwecke wird die absichtliche Intransparenz deutlicher. Burrell beschreibt diese erste Form der Opazität wie folgt: „a largely intentional form of self-protection by corporations intent on maintaining their trade secrets and competitive advantage“ (Burrell, 2016, S. 3). Die Gründe für diese Verheimlichung der Datenverarbeitung im Detail können vielfältig sein (siehe für weitere Diskussionen dazu: Burrell, 2016). So gibt es etwa auch nachvollziehbare Gründe, warum ein digitales System im kommerziellen Bereich nicht vollständig der Öffentlichkeit transparent gemacht wird (u.a. auch wegen der Sicherheit) (De Laat, 2018). Deutlich wird allerdings, dass dies insbesondere auch die sekundären Zwecke betrifft, wie etwa hinsichtlich der zuvor angesprochenen Weiterentwicklung der ddA oder auch für Zweitverwertungen der Daten mit dem Ziel Auswirkungen auf die Nutzenden zu haben (z.B. zur Verhaltensbeeinflussung) (vgl. Burrell, 2016).

Wenn in einem ddA Daten erhoben und verarbeitet werden, können diese Daten und die konstruierten Datenmodelle zusätzlich über das konkrete Interaktionssystem hinaus verwendet werden.

Die in einem konkreten Interaktionskontext erhobenen Daten und konstruierten Datenmodelle können auch über den Kontext hinaus verwendet werden. Folgendes Beispiel kann dies verdeutlichen: Die Verwendung von CAPTCHA (Completely Automated Public Turing test to tell Computers and Humans Apart), womit Mensch und Maschine unterschieden werden sollen (z.B. Von Ahn et al., 2008). Erste Varianten von solchen CAPTCHA nutzten beispielsweise das Eingeben von Wörtern, die auf einem Bild angezeigt wurden; diese Daten konnten etwa zur Verbesserung von OCR Technologien genutzt werden (Von Ahn et al., 2008). In nachfolgenden Varianten der Auswahl von Bildern zu einem gegebenen Stichwort, konnten damit Daten zum Trainieren von ML-Modellen erhoben werden, die anschließend in anderen Kontexten für Objekterkennung genutzt werden konnten; zeitweise gab es bei Google auch ein Projekt, bei dem Daten aus solchen CAPTCHA ML-Modelle trainiert und für militärische Kontexte genutzt werden sollten, das aufgrund von Protesten der Mitarbeitenden eingestellt wurde (vgl. Denning & Denning, 2020; Shane & Wakabayashi, 2018). Neuere Varianten solcher CAPTCHA nutzen inzwischen unter anderem Mausbewegungsdaten, die ebenfalls prinzipiell zweitverwertet werden und aus denen einige persönliche Daten abgeleitet werden können (siehe für Profiling durch Mausbewegungsdaten: Leiva et al., 2021). Das Beispiel zeigt die Verwendung von Daten aus Interaktionssystemen in anderen Kontexten, was den sekundären Zwecken zuzuordnen ist, die demnach nicht an den konkreten Interaktionskontext gebunden sind.

Die primären und sekundären Zwecke sollten nicht grundsätzlich als bewertet verstanden werden, also nicht generell positiv oder negativ konnotiert sein, auch wenn in Diskussionen sekundäre Zwecke erfahrungsgemäß häufig eher negativ wahrgenommen werden. Hinzuweisen sei jedoch darauf, dass sekundäre Zwecke nicht auf kommerzielle Gewinne von Technologieunternehmen begrenzt sind, sondern auch gesellschaftlichen Zwecken dienen können. Nachfolgend werden zwei ausgewählte Beispiele dafür diskutiert.

Wie zu Beginn des Kapitels 2 als Beispiel eingeführt wurde, ermöglichen persönliche Daten aus Interaktionen zwischen Mensch und digitalen Artefakten, wie beispielsweise aus sozialen Medien, Wissenschaftsbereiche und entsprechende wissenschaftliche Erkenntnisse. Zum Beispiel werden solche Daten in der Computational Social Science analysiert (Lazer

et al., 2009, 2020). Solche Daten aus den Interaktionen wie Verhaltensdaten werden dort etwa dazu genutzt, um das Verhalten von Individuen und Gruppen zu verstehen (vgl. Lazer et al., 2009). Das bedeutet, dass sekundäre Zwecke der Verwendung solcher Daten auch andere Akteure im erweiterten sozio-technischen Kontext des ddA betreffen kann und gesellschaftlich betrachtet auch positive Wirkungen haben könnten. Solche Forschung wird teilweise auch von kommerziellen Unternehmen durchgeführt, wie Lazer et al. (2009) diskutieren, diese sind aber von außen in der Regel nicht nachvollziehbar und replizierbar. Beispiele solcher Studien aus kommerziellen Unternehmen werden später im Rahmen der Wechselwirkung diskutiert (siehe Abschnitt 4.2.3).

Ein weiteres Beispiel ist die Verwendung von Standortdaten aus dem Kontext des Mobilfunknetzes, wie später im Abschnitt 5.2 im Rahmen eines der Unterrichtsvorhaben dieser Arbeit diskutiert wird. Solche Daten werden unter anderem von öffentlichen Einrichtungen für vielfältige Zwecke genutzt, wie beispielsweise die Analyse der Mobilität und der Bewegungsmuster der Bevölkerung, wodurch etwa bestimmte Statistiken (z.B. Pendlerstatistiken) aufgestellt, staatliche Maßnahmen zur Begrenzung von Pandemien bewertet oder auch Auswertungen und Planungen von Infrastrukturen (z.B. im Verkehr) vorgenommen werden können (z.B. Becker et al., 2013; González et al., 2008; Hadam, 2021; Khatib et al., 2021).

Diese Beispiele verdeutlichen, dass in solchen Interaktionen anfallende Daten durchaus für Zwecke über den konkreten Interaktionskontext von Interesse sind, dabei auch andere Akteure eine Rolle spielen (z.B. Wissenschaftler:innen, die Daten aus sozialen Netzwerken analysieren). Solche Verarbeitungen von Daten über das Interaktionssystem hinaus würden ebenfalls unter die Kategorie der sekundären Zwecke fallen. Außerdem zeigen die Beispiele, dass die sekundären Zwecke keineswegs auf kommerzielle Zwecke der Kommodifizierung („wirtschaftliche Verwertung“) von Daten aus solchen Interaktionssystemen begrenzt sind.

Zusammenfassend beschreiben die primären und sekundären Zwecke zwei verschiedene Perspektiven auf die Erhebung und insbesondere die Verarbeitung persönlicher Daten und die Verwendung der Datenmodelle. Die **primären Zwecke** beschreiben jene Zwecke zur Generierung der Rückmeldung und Bereitstellung der Funktionen des ddA. **Sekundäre Zwecke** sind alle Zwecke, die darüber hinausgehen, was etwa die Weiterentwicklung des ddA, weitere kommerzielle Zwecke (z.B. personalisierte Werbung, Nudging) oder die Verwendung der Daten für andere Kontext beziehungsweise in anderen Kontexten umfasst. Dabei können insbesondere auch andere Akteure eine Rolle spielen. Da sich die primären Zwecke insbesondere auf die Funktionsweisen des ddA beziehen und dies in der Regel der Grund für die Nutzung des ddA ist, lassen sich diese aus der Perspektive der Nutzenden beschreiben und sind für Nutzende somit oft nachvollziehbar und erklärbar. Im Gegensatz dazu sind sekundäre Zwecke oft für Nutzende weniger transparent und beschreiben meist wesentliche Interessen der Anbietenden, sodass diese aus der Sicht der Anbietenden und Entwickelnden beschrieben werden. Eine weitere Beobachtung bei dieser Charakterisierung der zwei Typen von Zwecken ist, dass sekundäre Zwecke durch Weiterentwicklungen des ddA und dessen Funktionsweisen zu einem späteren Zeitpunkt zu primären Zwecken werden können (z.B. eine Funktion, die in einer neuen Version des Systems ergänzt wird). Einen Überblick über diese Charakterisierungen der beiden Typen von Zwecken ist in Tabelle 4.3 gegeben.

Tabelle 4.3: Überblick zur Charakterisierung der primären und sekundären Zwecken der Erhebung und Verarbeitung persönlicher Daten und Datenmodelle durch ddA

	Primäre Zwecke	Sekundäre Zwecke
<i>Typische Sichtweise der Beschreibung</i>	Nutzende	Anbietende und Entwickelnde
<i>Bezug</i>	Generieren des Outputs und Bereitstellen von Funktionen	Weiterentwicklungen des ddA, weitere (kommerzielle) Zwecke, Verwendung in anderen Kontexten (teilweise auch durch andere Akteure)
<i>Bezug zum Interaktionssystem</i>	Auf die Funktionalität des ddA in dem Interaktionssystem bezogen	Auf das Interaktionssystem oder andere Kontexte bezogen
<i>Wechsel</i>	-	Können später zu primären Zwecken werden (z.B. bei neuen Funktionalitäten)
<i>Transparenz</i>	Als Teil der Gründe für die Nutzung des ddA meist für Nutzende (zu einem gewissen Grad) nachvollziehbar	Können aus Sicht der Nutzenden intransparent sein
<i>Beispiele</i>	Suchergebnisse bei einer Suchmaschine auswählen und anzeigen, Anzeigen einer personalisierten Startseite	Personalisierte Werbung, Nudging zur Einflussnahme auf das Verhalten, Zweitverwertung der Daten für andere Kontexte oder Anwendungen

Zuvor wurden die Datenerhebung und die Datenmodelle bezogen auf die Interaktionen zwischen Mensch und ddA interpretiert (siehe Abbildungen 4.5 und 4.6). Die Diskussion zu den primären und sekundären Zwecken erlauben weitere Konkretisierungen dieser Interaktionen. Daher werden die Interaktionsketten zur Beschreibung der Interaktion zwischen Mensch und ddA in Abbildung 4.7 weiter ergänzt. Die primären und sekundären Zwecke beeinflussen beide (fast) alle Datenpraktiken in diesen Interaktionen. Hervorzuheben ist allerdings die Rolle der primären Zwecke für die Ausgabe beziehungsweise Rückmeldung des ddA. Darüber hinaus ist darauf hinzuweisen, dass sekundäre Zwecke für die Verwendung der Daten und Datenmodelle auch andere Kontexte betreffen können.

In Orientierung an die in Abschnitt 2.6.1 diskutierten Ergebnisse deutet sich an, dass einige Schüler:innen wenig Verständnis der Verarbeitung von Daten sowie die Implikationen daraus haben. Eher noch haben sie Ideen dafür, dass die persönlichen Daten für jene Prozesse verwendet werden, die hier als primäre Zwecke charakterisiert wurden, wohingegen alles darüber hinaus, also die sekundären Zwecken, für viele unklar ist.

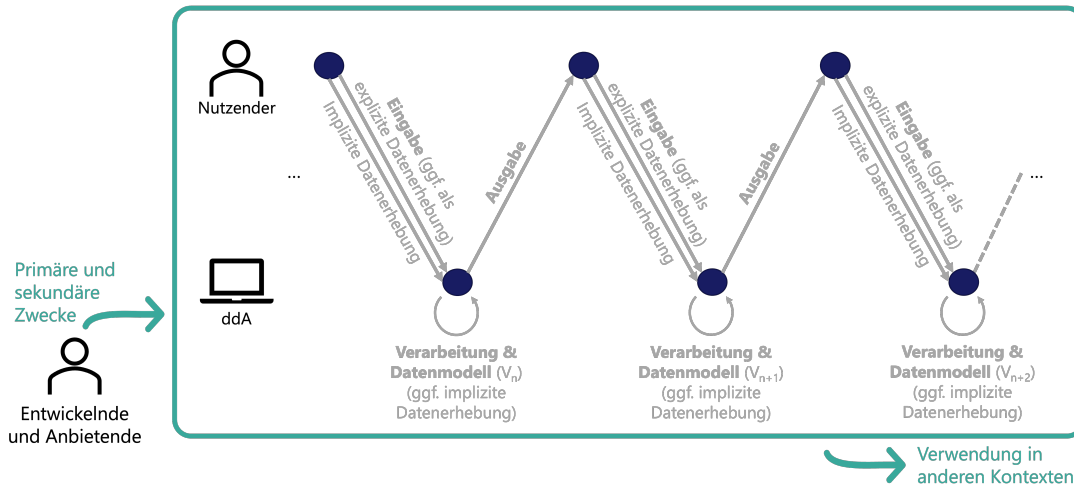


Abbildung 4.7: Interpretation der primären und sekundären Zwecke aus der Perspektive der Interaktion mit einem ddA als Weiterentwicklung von Abbildung 4.6

4.2.3 Besonderheiten der Interaktion und Wechselwirkung

Aufbauend auf dem HIS-Rahmen lässt sich die Interaktion zwischen Mensch und digitalem Artefakt in zwei Bedeutungen interpretieren: (1) im Sinne der Handlung (z.B. Nutzung) sowie (2) als eine gegenseitige Wechselwirkung (siehe Abschnitt 2.3.1 für detailliertere Erklärungen); hier im Wesentlichen als Interaktion (i.S. der Nutzung) und Wechselwirkung bezeichnet. Diese beiden Betrachtungsweisen lassen sich auf Interaktionssysteme mit ddA als spezifische Art von HIS übertragen. Dabei lassen sich weitere Eigenschaften und Besonderheiten für diese Art der Interaktionssysteme feststellen. Die zuvor diskutierten Aspekte der Datenerhebung, Datenmodelle sowie Datenverarbeitungszwecke wurden bereits in den vorherigen Abschnitten im Sinne der Interaktion beschrieben, diskutiert und interpretiert. Dies diente einerseits der Charakterisierung und Konkretisierung der jeweiligen Aspekte und andererseits der Einordnung in die Betrachtung der Interaktionssysteme. Dabei wurden verschiedene Besonderheiten in den Interaktionen mit ddA deutlich. Diese werden nachfolgend zusammengeführt. Nach der Interaktion wird darauf aufbauend die Wechselwirkung zwischen Mensch und ddA näher beleuchtet und diskutiert.

Interaktion im Sinne der Handlung

In Anlehnung an den HIS-Rahmen wird die Interaktion als Interaktionskette beschrieben, die eine Reihe von Eingaben, Verarbeitungen und Ausgaben darstellt (siehe Abschnitt 2.3.1). Die verschiedenen Aspekte der Rolle von Daten in diesen Interaktionssystemen wurden jeweils bezogen auf diese Betrachtungsweise der Interaktionen zwischen Mensch und ddA, also im Sinne der Interaktionsketten, interpretiert. Dadurch wurde nach und nach die Bedeutung der Interaktion zwischen Mensch und ddA konkretisiert, was schließlich zu den schrittweise weiterentwickelten Abbildungen 4.5, 4.6 und 4.7 als Zusammenfassungen der jeweiligen Perspektiven führte. Dies resultiert in einem Verständnis der Rolle von Daten in den Interaktionen zwischen Mensch und ddA, wie in Abbildung 4.8 zusammengefasst.

Zusammenfassend kann die Interaktion zwischen Mensch und ddA in Kürze wie folgt

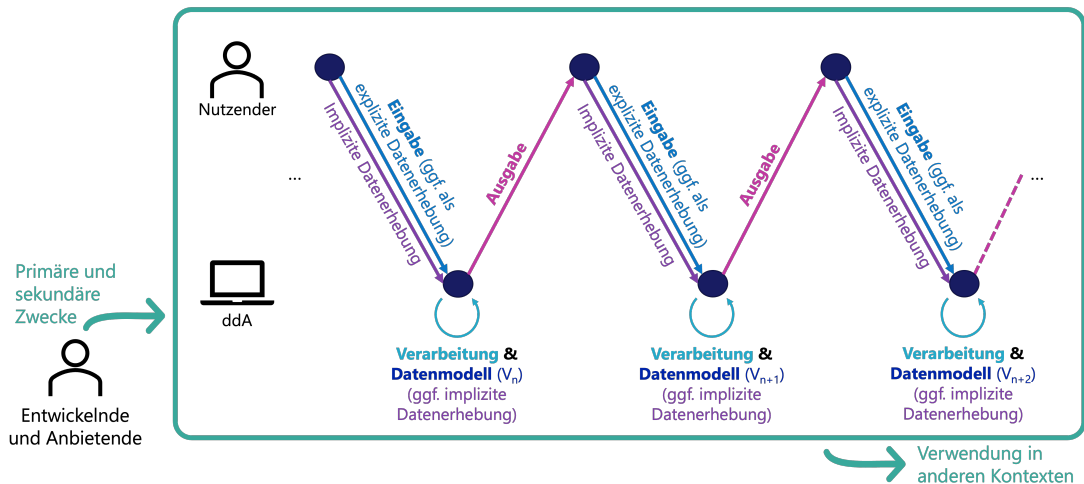


Abbildung 4.8: Charakterisierung der Rolle von Daten in der Interaktion zwischen Mensch und ddA

beschrieben werden: Während der Interaktion werden Daten erhoben und generiert, was entweder durch die Handlung des Nutzens intendiert wurde oder beiläufig zur Handlung geschieht (explizite und implizite Datenerhebung). Durch die Erhebung und Verarbeitung der Daten entsteht ein Datenmodell über den Nutzenden. Dieses Modell bietet die Grundlage für die Ausgabe des ddA. Bei der Verarbeitung können ebenfalls weitere Daten generiert werden (z.B. aus anderen Daten abgeleitet oder mit diesen vorhergesagt). Die erhobenen Daten und konstruierten Datenmodelle können auch in anderen Kontexten genutzt werden. Die verschiedenen Datenpraktiken erfüllen verschiedene zugrunde liegende Zwecke (primäre und sekundäre Zwecke).

Nachfolgend sollen zwei Aspekte der Besonderheiten dieser spezifischen Art der Interaktionssysteme näher betrachtet werden. Zunächst ist es wichtig zu erkennen, dass die Aktionen des Nutzens (auch als Eingabe bezeichnet) eine Doppeldeutigkeit haben: Erstens ist eine Aktion in der Regel eine Aufforderung an das ddA, etwas zu tun, wie etwa ein Klick auf ein Suchergebnis einer Suchmaschine als eine Aufforderung eine Webseite zu öffnen betrachtet wird. Diese Aufforderung bezieht sich in der Regel auf die Funktionalitäten des ddA. Zweitens ist eine solche Aktion meist auch aus Sicht der Datenerhebung zu interpretieren. Das können etwa Daten aus der Aktion des Individuums sein, die selbst bereitgestellt werden, wie etwa der Suchbegriff bei der Nutzung einer Suchmaschine. Die Aktion selbst kann aber auch als Datum verstanden werden, also etwa in Form von Daten über das Verhalten des Nutzens, die gespeichert und weiter ausgewertet werden. Letzteres könnten etwa Daten zu den angeklickten Suchergebnissen der Suchmaschine sein. Für Datenbewusstsein besteht daher die Herausforderung, diese Mehrdeutigkeit der eigenen Handlungen bei der Interaktion mit einem ddA zu erkennen. Darüber hinaus kommt hinzu, dass diese erhobenen Daten zu einem Datenmodell beitragen, das die Interaktion verändern kann. Somit kann die Aktion des Individuums auf das Verhalten des ddA und so auf die Interaktion Auswirkungen haben; eventuell auch erst zu einem späteren Zeitpunkt. Dies führt zu der zweiten Beobachtung, und zwar bezogen auf die Datenmodelle.

Wie in der Erläuterung der ddA in Abschnitt 4.2.1 bereits beschrieben, spielen Daten und Datenmodelle eine wichtige Rolle für ddA und prägen den Interaktionsverlauf

maßgeblich. Die Rückmeldungen eines ddA hängen meist von den Datenmodellen ab, wie etwa bei der Auswahl von Suchergebnissen bei einer Suchmaschine, die auf Basis des Datenmodells über den Nutzenden personalisiert erfolgt. Je nach Zeitpunkt in dem Interaktionsverlauf kann eine solche Rückmeldung unterschiedlich ausfallen, wie etwa eine andere Auswahl von Suchergebnissen, wenn sich das Datenmodell verändert hat (z.B. andere Klassifikationen des Nutzenden). Der Zustand der Datenmodelle spielt damit eine erhebliche Rolle in diesen Interaktionen, was gewissermaßen zu Veränderungen des Verhaltens von ddA führt, auch wenn sich das digitale Artefakt selbst nicht verändert haben muss (Ähnliches wurde auch in Abschnitt 4.2.2 mit Bezug auf Personalisierungen und Adaptionen von digitalen Systemen diskutiert). Das heißt also, durch die über das Individuum erhobenen Daten und konstruierten Datenmodelle entsteht ein Einfluss auf das ddA und so auf das gesamte Interaktionssystem. Dies wird im nächsten Abschnitt näher diskutiert. Das hebt für Datenbewusstsein die Notwendigkeit hervor, die Rolle der Daten (z.B. die Konstruktion und Verwendung der Datenmodelle) in solchen Interaktionen zu verstehen, um das Verhalten des ddA verstehen und einordnen zu können.

Interaktion als Wechselwirkung

Durch die vorherige Betrachtung der ddA im Rahmen der Interaktionssysteme können nun Wechselwirkungen zwischen dem menschlichen und dem technischen Akteur identifiziert werden, wozu unter anderem das gehört, was oft als Implikationen der ddA bezeichnet wird. Die Wechselwirkung beschreibt ein Verhältnis von gegenseitigem Beeinflussen: Der menschliche Akteur beeinflusst das digitale Artefakt und andersherum beeinflusst das digitale Artefakt auch den menschlichen Akteur (vgl. Schulte, 2022) (siehe auch: Rahwan et al., 2019).³ Es sei erwähnt, dass sich Nutzende teilweise auch von dem digitalen Artefakt beeinflussen lassen wollen, sonst würden sie das System schließlich nicht nutzen, wie Schulte (2022, S. 17) argumentiert. Das digitale Artefakt zu beeinflussen, könnte etwa durch eine „Adaption, Konfiguration und insbesondere durch das Programmieren“ (Schulte, 2022, S. 17) erfolgen, wobei ebenfalls schon allein die Nutzung des digitalen Artefakts Auswirkungen haben kann, wenn es sich etwa um adaptive Systeme handelt. Letzteres macht deutlich, dass die Wechselwirkung gewissermaßen als eine interpretative Sichtweise auf die Interaktion zu verstehen ist und vor allem durch die Erhebung und Verarbeitung von Daten geprägt wird.

Die wechselseitige Beeinflussung wurde bereits in der vorherigen Charakterisierung der Rolle von Daten stellenweise aufgegriffen. Dies umfasst etwa Implikationen bezüglich der Geschäftsmodelle kommerzieller ddA oder Wirtschaftssysteme, wie Zuboff (2018) ausführlich diskutiert. Dies geht aber auch darüber hinaus und betrifft Implikationen für Individuen und Gesellschaft allgemein (vgl. Rahwan et al., 2019). Nachfolgend wird die

³Die Formulierungsweise der Wechselwirkung zwischen Mensch und ddA könnte irreführenderweise eine Betrachtung des ddA als eigenmächtig und selbstbestimmt suggerieren. Genauer sollten hier auch andere Einflussfaktoren auf ddA berücksichtigt werden, etwa durch andere menschliche Akteure, die Intentionen und Ziele bei des ddA einbringen (siehe Abschnitt 4.2.1 zur Diskussion solcher Einflussfaktoren). Der Einfluss eines ddA wird maßgeblich durch diese Akteure beeinflusst. Wenn nun beispielsweise eine absichtliche Beeinflussung des Nutzenden zu erreichen versucht wird, dann geht dies etwa auf die Anbietenden und Entwickelnden des ddA zurück, wozu das ddA dann eher als Mittel zum Zwecke verstanden werden sollte. Aus sprachlichen Gründen wird hier allerdings von der Wirkung zwischen Mensch und ddA gesprochen, nicht zuletzt, da das ddA schließlich als technische Akteur in dem Interaktionssystem betrachtet wird. Dies erfolgt in Anlehnung an die Beschreibungen des HIS-Rahmen.

Wechselwirkung im Sinne Datenbewusstseins insbesondere auf der individuellen Betrachtungsebene des Interaktionssystems diskutiert, auf der unter anderem solche Implikationen deutlich werden. Stellenweise werden dabei Aspekte gesellschaftlicher Perspektive aufgegriffen. Die Wechselwirkung ist als eine Beschreibung und Deutung des Verhältnisses zwischen Mensch und ddA zu verstehen. Nachfolgend werden die beiden Richtungen der gegenseitigen Beeinflussung diskutiert: zunächst Einfluss und Auswirkungen des ddA auf den Menschen ($\text{Mensch} \leftarrow \text{ddA}$) und anschließend Einfluss und Auswirkungen des Menschen auf das ddA ($\text{Mensch} \rightarrow \text{ddA}$).

Mensch $\leftarrow$ ddA In Interaktionssystemen mit ddA entstehen verschiedene Wirkungen und Implikationen für das Individuum. Insbesondere im Hinblick auf ddA können sich diese über mehrere Perspektiven erstrecken, wie etwa:

1. **Auswirkungen datengetriebener Methoden:** Das ddA nutzt beispielsweise Methoden aus Data Science und ML, deren Anwendung Implikationen haben kann (z.B. durch ML-Modelle). Dadurch können beispielsweise verzerrte, unzutreffende oder sogar diskriminierende Auswirkungen entstehen (z.B. durch Bias in Daten). Diese Implikationen betreffen vor allem auch die Konstruktion der Datenmodelle.
2. **Auswirkungen durch das Systemdesign:** Die Verwendung der Daten und Datenmodelle können weitere Implikationen für das Individuum haben. Zum Beispiel können durch die Rückmeldungen des ddA (absichtliche oder unabsichtliche) Einflüsse auf den Nutzenden und dessen Verhalten entstehen. Dies betrifft also im Wesentlichen die Auswirkungen bedingt durch das Design des ddA (inkl. der zugrunde liegenden Zwecke und Intentionen).

Diese beiden Perspektiven werden nachfolgend näher diskutiert, wobei anzumerken ist, dass sich diese durchaus überschneiden.

Durch die **Anwendung datengetriebener Methoden** oder auch Verfahren, etwa aus den Bereichen Data Science oder ML, können verschiedene Implikationen entstehen (siehe z.B. für eine ausführliche Diskussion von Beispielen: O’Neil, 2016). Exemplarisch können dafür ML-Modelle betrachtet werden, wobei die meisten Argumente ähnlich auf anderen datengetriebenen Ansätze und Methoden übertragen werden können, bei denen etwa aus Daten Muster, Regeln oder Zusammenhänge ermittelt werden und anschließend auf andere Daten angewendet werden.

Zunächst betrifft die Anwendung datengetriebener Methoden die Privatsphäre der Nutzenden, was ein relevanter Aspekt dieser Wechselwirkungen bei ddA ist. Zum Beispiel umfasst dies ML-Modelle, die mit persönlichen Daten trainiert werden. Dies führt zu verschiedenen Herausforderungen hinsichtlich der Privatsphäre der Individuen und des Teilens und Zusammenführens von persönlichen Daten von verschiedenen Plattformen, was mehr Möglichkeiten für das Trainieren von ML-Modellen liefern würde, oder etwa auch das Abgeben des Trainierens von ML-Modellen an andere Unternehmen oder Institutionen (vgl. Liu et al., 2022; Q. Yang et al., 2019). Es gibt eine Vielzahl von Ansätzen zum Schutz der Privatsphäre von Individuen bei ML, wie ein Überblick von Liu et al. (2022) deutlich macht. Ein Ansatz zum Schutz der Privatsphäre der Individuen, von denen Daten verarbeitet werden sollen, etwa mit statistischen Methoden oder auch ML, stellt Differential Privacy dar (vgl. Abadi et al., 2016; Dwork, 2011), was als eine Art der

Verschleierung der persönlichen Daten verstanden werden kann (vgl. Liu et al., 2022). Der Ansatz zielt darauf ab, dass nicht (mit Sicherheit) entschieden werden kann, ob ein Individuum in einer Datenmenge enthalten ist oder nicht, etwa durch Hinzufügen von Rauschen oder Anpassen der Daten (vgl. Dwork, 2011). Ein weiterer Ansatz für ML, mit diesen Herausforderungen umzugehen, ist das Federated Learning, wozu im Detail verschiedene Typen existieren. Allgemein geht es dabei darum, dass verschiedene Parteien mit ihren erhobenen Daten ML-Modelle trainieren, die anschließend zu einem gemeinsamen Modell anhand ihrer Parameter und ähnlicher Merkmale aggregiert werden (für einen Überblick dazu, siehe etwa: Q. Yang et al., 2019). Dies ist ein Beispiel für ein Verfahren, bei dem datenschutzkonforme Ansätze gesucht werden (hier insbesondere das Teilen von persönlichen Daten zu vermeiden), um bessere ML-Modelle zu trainieren, wobei allerdings sicherzustellen ist, dass persönliche Daten nicht anhand des gemeinsamen ML-Modells rekonstruiert oder Individuen identifiziert werden könnten (siehe: Q. Yang et al., 2019). Gleichzeitig zeigt das Beispiel, dass die persönlichen Daten aus den Interaktionen von Individuen mit einem dda auch einen Einfluss auf ML-Modelle haben können, die in Kollaborationen zwischen verschiedenen Anbietenden entwickelt werden, was einen Teil der Betrachtung der anderen Richtung der Wechselwirkung im nächsten Abschnitt vorgreift.

In der Regel werden durch die Anwendung solcher Methoden Ergebnisse geliefert, die auf einer statistischen Unsicherheit beruhen. Das heißt, wenn beispielsweise ein ML-Modell zum Generieren von Vorhersagen angewendet wird, beschreibt das Ergebnis stellt die auf dem Modell basierende wahrscheinlichste Vorhersage dar. Diese Vorhersagen können aber prinzipiell unzutreffend sein. Durch solche unzutreffenden Vorhersagen oder Klassifikationen können schließlich auch unerwünschte oder sogar benachteiligende Effekte entstehen (vgl. Gandy, 2012; Mann & Matzner, 2019).

Daran schließt eines der häufig diskutierten Probleme bei ML und ähnlichen datenbasierten Verfahren an, und zwar Bias und daraus resultierende Effekte, wie etwa mangelnde Fairness oder Diskriminierung. Mit Bias wird im Kontext digitaler Systeme und insbesondere datengetriebener Systeme in der Regel eine systematische Verzerrung bezeichnet (z.B. gegenüber Personen), die sich in den Ergebnissen und Rückmeldungen der Systeme auswirken und in der Regel als unfair bewertet werden (siehe z.B.: Howard & Borenstein, 2018; Mehrabi et al., 2022; Ntoutsis et al., 2020). Dabei gibt es einige verschiedene Arten von Bias, wie es beispielsweise der Cognitive Bias Codex eindrucksvoll veranschaulicht.⁴ In der Problematik von Bias ist insbesondere die Rolle der Trainingsdaten hervorzuheben, auch wenn ebenfalls durch Algorithmen oder ML-Verfahren Bias entstehen kann (Mehrabi et al., 2022). Ein typisches Beispiel sind Gesichtserkennungssysteme, bei denen teilweise diskriminierende Effekte für bestimmte Personengruppen beobachtet werden können (z.B. bezüglich der Hautfarbe) (z.B. Buolamwini & Geburu, 2018). Das kann etwa dadurch entstehen, dass bestimmte Personengruppen in den Trainingsdaten unterrepräsentiert sind und dadurch diese Personen womöglich schlechter erkennt beziehungsweise seltener richtig klassifiziert werden; es entsteht also durch diese Auswahl der Daten für das Training eine Verzerrung. Ähnliche Beispiele sind etwa bei der Nutzung von Spracherkennungen oder auch Suchmaschinen zu finden (vgl. Howard & Borenstein, 2018). Ein solcher Bias, der durch die Trainingsdaten entsteht, wird auch Selection oder Sampling Bias genannt; eine weitere Variante ist etwa der durch die Algorithmen oder ML-Verfahren induzierte

⁴Siehe für den Cognitive Bias Codex etwa folgende Visualisierung: https://de.wikipedia.org/wiki/Kognitive_Verzerrung

Bias, der als Algorithmic Bias bezeichnet wird (siehe für weitere Arten, wie Bias entsteht: Mehrabi et al., 2022). Entsprechend gibt es auch einige verschiedene Möglichkeiten Bias zu verhindern (siehe z.B.: Ntoutsis et al., 2020).

Wie bereits bei den Beispielen deutlich wird, äußert sich eine solche Verzerrung in den Rückmeldungen des Systems und kann so Implikationen hervorrufen, wie etwa mangelnde Fairness und Diskriminierung zwischen bestimmten Personengruppen oder Geschlechtern. Diese Implikationen können sich entsprechend in den Interaktionen zwischen Mensch und ddA widerspiegeln und zu Auswirkungen für den menschlichen Akteur führen. Wenn nun beispielsweise ein ML-Modell verwendet wird, um Personen anhand der persönlichen Daten zu klassifizieren oder persönliche Eigenschaften vorherzusagen (z.B. Persönlichkeitsmerkmale oder Interessen), können solche Probleme durch Bias und Fairness ebenfalls auftreten, sodass also auch die Konstruktion des Datenmodells über den Nutzenden davon betroffen sein kann. Das spiegelt die Charakterisierungen dieser Datenmodelle wider, die dynamischen Veränderungen unterliegen können (siehe Abschnitt 4.2.2). Dadurch können folglich Auswirkungen auf die Interaktion und das Individuum entstehen.

Bezüglich dieser Problematik zu Bias könnte nun argumentiert werden, dass die Auswahl der Trainingsdaten dahingehend verbessert werden sollte, dass sie repräsentativ für die reale Welt ist. Nun existieren allerdings in unserer Gesellschaft ebenfalls Vorurteile und Bias, sodass auch repräsentative Trainingsdaten zu Verzerrungen bei den Systemen führen können (vgl. Howard & Borenstein, 2018). Um dem entgegenzuwirken, stellt der Vorschlag der performativen Daten von Matzner (2016) eine interessante Perspektive dar. Er beschreibt, dass die Repräsentation der Realität in den Daten verändert werden sollte, um beispielsweise solche Verzerrungen in unserer Gesellschaft auszugleichen; mit anderen Worten ist die Idee, mit absichtlichen Verzerrungen in den Trainingsdaten die Verzerrungen aus der Realität aufzuheben beziehungsweise bestimmte Wirkungen dahingehend hervorzurufen.

Solche Problematiken können etwa durch das Untersuchen des realen Verhaltens von datengetriebenen oder ML-basierten Systemen („Machine Behavior“) in ihrem Nutzungskontext aufgedeckt werden (vgl. Rahwan et al., 2019). Ein konkreter methodischer Rahmen dafür ist das Algorithm Auditing (siehe z.B.: Sandvig et al., 2014). In einem Literaturüberblick zu solchen Algorithm Audits diskutiert Bandy (2021) problematisches Verhalten digitaler Systeme, insbesondere datengetriebener Systeme. Er identifiziert die vier Kategorien: Discrimination, Distortion, Exploitation und Misjudgement. Diskriminierung meint hier die Benachteiligung von Individuen oder Gruppen, wozu oft sensible Daten eine Rolle spielen. Zu finden ist dies etwa bei Werbung, Suchmaschinen oder Preisalgorithmen (vgl. Bandy, 2021). Das zweite Beispiel bezieht sich auf Verzerrungen der Darstellung der Realität, wie beispielsweise bei der Darstellung von Informationen durch Suchmaschinen oder Empfehlungsdienste zu beobachten sind (siehe auch die Diskussion zu Filterblasen weiter unten) (vgl. Bandy, 2021). Mit dem ausbeuterischen Verhalten meint er eine Verwendung von Daten oder Inhalten, was als unangemessen angesehen werden kann (vgl. Bandy, 2021). Das umfasst beispielsweise auch das Ableiten von persönlichen Daten, die das Individuum selbst nicht bereitgestellt hat, oder das Verwenden von Inhalten für andere Zwecke ohne Bezug zur Quelle der Inhalte. Die Fehleinschätzungen greifen abschließend die unzutreffenden Vorhersagen und Klassifikationen auf, die zu verschiedenen Auswirkungen führen können (vgl. Bandy, 2021).

4.2 INHALTLICHE CHARAKTERISIERUNG DER INTERAKTIONSSYSTEME MIT DDA

Die Kategorien zur Diskriminierung und Fehleinschätzungen wurden bereits in den vorherigen Diskussionen zu den Auswirkungen durch die datengetriebenen Methoden beschrieben. Die beiden anderen Kategorien beschreiben allerdings mit den verzerrten Darstellungen von Inhalten und Informationen sowie dem ausbeuterischen Praktiken eher das Systemdesign statt direkte Implikationen der datengetriebenen Methoden.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass durch die Anwendung von datengetriebenen Methoden verschiedene Auswirkungen für das Individuum entstehen können, wie etwa im Hinblick auf Eingriffe in die Privatsphäre oder unzutreffende oder diskriminierende Vorhersagen und Implikationen daraus. Diese Auswirkungen betreffen insbesondere die Konstruktion der Datenmodelle (z.B. falsche Klassifikationen), die anschließend im Interaktionsverlauf weitere Auswirkungen mit sich bringen können. Darüber hinaus entstehen durch die besondere Rolle der Daten in Interaktionssystemen mit dda und etwa den Entscheidungen und Zielen bei der Gestaltung der dda weitere Implikationen. Für Datenbewusstsein sind zusätzlich die Datenpraktiken als solche interessant, was zu den **Auswirkungen durch das Systemdesign** führt, also insbesondere Implikationen der Erhebung und Verarbeitung von persönlichen Daten umfasst. Diese Perspektive soll nun weitergehend diskutiert werden.

Im Kontext des bereits zuvor angesprochenen Konzepts des Überwachungskapitalismus argumentiert Zuboff (2018), dass die erhobenen Verhaltensdaten nicht nur ausgewertet werden, um damit Vorhersagen für das zukünftige Verhalten zu ermitteln, sondern insbesondere auch um das Verhalten der Person zu modifizieren, also direkten Einfluss darauf zu nehmen (vgl. auch: Zuboff, 2015). Solche Wirkungen auf Individuen (z.B. auf deren Verhalten) können in verschiedenen Studien beziehungsweise Experimenten beobachtet werden, die schließlich Potenziale einer solchen Verhaltensmodifikation aufzeigen. Beispiele solcher Studien werden nachfolgend beschrieben.

In einer Studie mit Nutzenden eines sozialen Netzwerks haben Kramer et al. (2014) versucht, Emotionen der Nutzenden zu beeinflussen, ohne dass diese etwa davon mitbekommen. Sie haben die News Feeds der Nutzenden so manipuliert, dass entsprechend mehr positive oder negative Beiträge angezeigt wurden und fanden, dass sich in dem Interaktionsverhalten der Nutzenden entsprechende Veränderungen zeigten (z.B. erstellen sie mehr/weniger positive Beiträge). Diese Studie zeigt ein Beispiel, wie die Emotionen oder allgemeiner affektive Zustände von Personen aktiv beeinflusst werden können, teilweise ohne dass sie davon etwas mitbekommen. Auf einer anderen Ebene stellt dieses Beispiel einen konkreten Fall sekundärer Zwecke dar. Diese Studie wurde bei einem Technologieunternehmen durchgeführt, wofür persönliche Daten der Nutzenden verwendet wurden; gleichwohl angemerkt werden sollte, dass diese Studie unter anderem hinsichtlich der zweifelhaften Freiwilligkeit der Nutzenden bei der Teilnahme an der Studie kritisiert wird (siehe Kommentar der Herausgeber: Verma, 2014).

In einem anderen Experiment wurden Möglichkeiten zur politischen Einflussnahme in einem sozialen Netzwerk untersucht (Bond et al., 2012). Die Autoren dieser Studie fanden, dass Nutzende am Tag einer politischen Wahl in ihrem Wahlverhalten beeinflusst werden konnten – hier insbesondere, ob sie wählen gehen –, indem ihnen bestimmte Hinweise zur Wahl angezeigt wurden. Einen großen Effekt hatte dabei, wenn die sozialen Beziehungen der Nutzenden (z.B. Freundschaften in dem sozialen Netzwerk) dafür genutzt wurden und so unter anderem auch das Verhalten anderer Personen angezeigt wurde (Bond et al., 2012). Diese Studie zeigt ein Beispiel zur Manipulation des Verhaltens der Nutzenden,

auch über den konkreten Interaktionskontext hinaus. Außerdem zeigt sie exemplarisch, wie Implikationen über das individuelle Verhalten hinaus auf gesellschaftliche, politische Ebenen erreicht werden können.

Ebenfalls bezogen auf politische Einflussnahmen haben Epstein und Robertson (2015) (siehe auch: Epstein et al., 2017) in einer Studie untersucht, wie Suchmaschinen und insbesondere das Ranking der Suchergebnisse das Wahlverhalten von Nutzenden beeinflussen können, wie etwa durch das bevorzugte Platzierung von Suchergebnissen zugunsten bestimmter Kandidat:innen. Sie beobachteten, dass ein solches Ranking das Verhalten der Nutzenden beeinflussen konnte, und zwar zugunsten der in den Suchergebnissen bevorzugten Kandidat:innen; und teilweise ohne, dass die Nutzenden dies bemerken (vgl. Epstein & Robertson, 2015). In einer zweiten Studie konnten sie beobachten, dass dieser Effekt deutlich reduziert werden kann, wenn in den Suchergebnissen keine Bevorzugung stattfand, beispielsweise indem zu allen Kandidat:innen gleich viele Ergebnisse in einer ausgewogenen Reihenfolge angezeigt werden, oder zumindest Hinweise zur Verzerrung der Reihenfolge der Suchergebnisse gegeben werden (Epstein et al., 2017). Für solche Anpassungen der Suchergebnisse sind oft die konstruierten Datenmodelle relevant, um etwa bestimmte Personen (z.B. unentschlossene Wähler:innen oder Personen bestimmter demographischer Gruppen) gezielt zu adressieren. Diese beiden Studien zeigen, wie die Datenmodelle gewissermaßen als Grundlage für die Auswirkungen auf das individuelle Verhalten als Teil der Wechselwirkung dienen können; mit anderen Worten, dass die Implikationen von den Datenmodellen, also auch den erhobenen und abgeleiteten Daten, abhängen und dies zu weiteren Einflüssen auf das Individuum führen kann.

Bei diesen Beispielen können potentielle Einflussmöglichkeiten auf die affektiven Zustände und das Verhalten von Individuen beobachtet werden, die in diesen konkreten Experimenten und gegebenenfalls auch darüber hinaus absichtlich bewirkt wurden. Eine weitere Beobachtung bei diesen Beispielen ist das Experimentieren an sich, bei dem Anbietende und Entwickelnde von ddA die Interaktionssysteme verändern und entsprechende Auswirkungen untersuchen und mit Kontrollgruppen vergleichen (siehe auch: Zuboff, 2015). Es handelt sich also bei den Interaktionssystemen teilweise auch um Räume einer Art Echtzeitlabor (vgl. Montag, 2021; Mühlhoff, 2018). Es sollte angemerkt werden, dass die Nutzenden oft keine Kenntnis davon haben, dass sie Teil solcher Experimente und aktiver Beeinflussungen sind, wie beispielsweise in den vorherigen Studien selbst berichtet wurde (vgl. Epstein & Robertson, 2015; Kramer et al., 2014).

Weitere verbreitete Beispiele für solche intentionalen Eingriffe in die Beeinflussung des Verhaltens von Nutzenden sind das Targeting und Nudging. Targeting als zielgerichtete Ansprache der Nutzenden ist etwa bei personalisierter Werbung zu finden. Bei personalisierter und zielgerichteter Werbung ist die Idee der Einflussnahme offensichtlich: die Menschen sollen zum Anklicken und Kaufen von Produkten verleitet werden. Dafür werden unter anderem die Datenmodelle über die Nutzenden genutzt, um beispielsweise Personen bestimmter Klassifikationen für eine Werbemaßnahme anzusprechen. Eine Art solcher gezielter Werbung ist das Online Behavioral Advertising (verhaltensbasierte Online-Werbung), wofür im Wesentlichen Verhaltensdaten von Individuen erhoben werden (z.B. was angeklickt wird oder welche Seiten wie lange besucht werden), um damit entsprechende Werbungen personalisiert auszuwählen (siehe z.B.: Boerman et al., 2017). Eine solche personalisierte Auswahl von Werbung scheint effektiver zu sein als nicht-personalisierte Werbung (vgl. Boerman et al., 2017) und wird oft eingesetzt (vgl. Carras-

cosa et al., 2015). Durch diese Konstruktion und Verwendung von Datenmodellen über Nutzende kann also womöglich ein Einfluss auf das Verhalten der Individuen entstehen.

Das Beispiel des Nudgings ist nicht auf den Kontext der ddA beschränkt, sondern in verschiedensten Situationen des Alltags zu finden (z.B. in Supermärkten). Bezogen auf die Interaktion mit digitalen Systemen ist Nudging eine Beeinflussung des Verhaltens und der Entscheidungen des Individuums, was von Mühlhoff (2018) als Teil einer digitalen Entmündigung bezeichnet wird. Eine Meta-Studie zur Effektivität von Nudging Techniken zeigte, dass sich durch solche Techniken durchaus ein Einfluss auf das Verhalten der Individuen erzielen lassen kann, wobei kontextabhängige Unterschiede zu beobachten sind (Mertens et al., 2022). Nudging muss nicht immer ungewollt sein und als manipulativ verstanden werden (vgl. Rahwan et al., 2019). Zum Beispiel sind im Kontext des Self-Trackings Praktiken wie Nudging in der Regel von den Nutzenden erwünscht. So werden dort etwa Funktionen bereitgestellt zur Erinnerung regelmäßig aufzustehen, etwas zu trinken oder um beim Training zu unterstützen. Ein Nudging kann in anderen Situationen also auch als eine Unterstützung des Nutzenden fungieren.

Ein ähnlicher Ansatz zur Verwendung von Datenmodellen für Personalisierungen im Sinne kommerzieller Ziele ist das Beispiel der dynamischen Preisgestaltung (siehe: Chandra et al., 2022), was schließlich etwa basierend auf Klassifikationen – und somit den Datenmodellen über Nutzende – für einzelne Individuen oder Personengruppen diskriminierend sein kann (siehe: Bandy, 2021).

Zu erwähnen seien an dieser Stelle ebenfalls die Praktiken der Deceptive Patterns (auch bekannt als „dark patterns“), womit eine Gestaltung von Nutzungsoberflächen bezeichnet werden, durch die die Entscheidung des Nutzenden beeinflusst werden soll, wie etwa durch unterschiedlich auffällige Darstellungen von Wahlmöglichkeiten (für weitere Diskussionen dazu, sei z.B. verwiesen auf: Mathur et al., 2021; Narayanan et al., 2020). Ein ähnliches Beispiel dazu sind die Standardeinstellungen, die teilweise im Sinne der Datenpraktiken vorgeschlagen sind (siehe auch: Acquisti et al., 2015).

Bei dieser Diskussion sollte beachtet werden, dass solche Einflussnahmen des ddA auf das Individuum nicht grundsätzlich einem der beiden zuvor eingeführten Zweckarten zugeordnet werden können. Es ist stattdessen wichtig, den konkreten Interaktionskontext zu betrachten. Bezogen auf das Beispiel des Nudging im Kontext von Self-Tracking Geräten kann dies etwa auch eine Funktion sein, die für einige Personen vermutlich der Grund für die Nutzung solcher Geräte ist. Bezogen auf weniger offensichtliche Einsätze von Methoden zur Beeinflussung des Verhaltens des Individuums (z.B. durch Nudging), wie etwa im Kontext von Online-Shopping Plattformen oder sozialen Netzwerken, können diese Praktiken wiederum anders bewertet werden und sind oft eher bei den sekundären Zwecken einzuordnen.

Wie zuvor in Abschnitt 4.2.2 beschrieben, bekommen Nutzende durch Personalisierungen etwa eine Auswahl von Inhalten angezeigt. Durch solche Personalisierungen kann das Phänomen entstehen, dass Nutzende Informationen und Inhalte angezeigt bekommen, die etwa zu ihren Interessen, Meinungen und Haltungen passen. Dieses Phänomen bezeichnete Pariser (2012) als Filterblasen (Filter Bubbles); teilweise werden diese auch als Echokammern bezeichnet. Er argumentiert dazu, dass durch solche Filterblasen eine Abgrenzung zu anderen Perspektiven, Inhalten und Ideen entstehen kann und eher die eigenen Perspektiven bestätigt werden (vgl. Pariser, 2012). So würde also basierend auf den persönlichen Daten und den Datenmodellen über den Nutzenden durch die Personalisie-

rung eine Wirkung auf die Wahrnehmung des Nutzenden (insb. hinsichtlich der Weltsicht) entstehen. Ein solches Phänomen kann zum Beispiel bei der Verbreitung von Fake News problematisch werden, also (absichtlich) zweifelhaften oder falschen Inhalten, die sich mehr verbreiten als wahre Inhalte und somit etwa in Filterblasen „zirkulieren“ könnten und unter Umständen schwieriger zu erkennen sind (z.B. Lazer et al., 2018); ergänzend dazu sollte erwähnt werden, dass Fake News oft zu mehr Reaktionen führen, somit zu mehr Viralität und zu häufigeren Empfehlungen führen kann (vgl. Montag, 2021). Das Konzept der Filterblasen wird teilweise auch kritisiert und deren Existenz und Wirkung in der Praxis angezweifelt. Dahlgren (2021) stellt zum Beispiel heraus, dass ausreichende Evidenz für reale Effekte wie Filterblasen über die technologische Komponente der Personalisierungen hinaus fehlt. Unterschieden wird dabei zwischen technischen und gesellschaftlichen Filterblasen (vgl. Dahlgren, 2021). Das heißt, es ist nicht eindeutig, ob eine Personalisierung oder Empfehlungen von Empfehlungsdiensten über die konkrete Interaktion hinaus tatsächlich Auswirkungen auf Filterblasen im sozialen oder gesellschaftlichen Sinne haben (z.B. Polarisierung). In seinem Artikel beschreibt Dahlgren (2021) neun Argumente gegen die Annahmen und Vermutungen zum Konzept der Filterblasen, insbesondere stellt er dabei die tatsächlichen Wirkungen der Funktionsweise digitaler Technologien auf die Sichtweisen der Individuen infrage (z.B. da oft verschiedene digitale Systeme genutzt werden). Somit bleiben die Implikationen etwa durch Personalisierungen etwas offen beziehungsweise sind nicht eindeutig. Nichtsdestotrotz zeigt diese Diskussion der Filterblasen den Bedarf auf, die Implikationen von ddA auf Individuen und Gesellschaft zu untersuchen und zu diskutieren.

Die verschiedenen diskutierten Aspekte zeigen Wirkungen auf das Individuum, dessen Verhalten, Entscheidungen oder auch affektive Zustände. Wie Susser et al. treffend formulieren, führt dieser Effekt noch weiter: „When information about us is used to influence our decision-making, it does more than diminish our interests—it threatens our autonomy.“ (Susser et al., 2019, S. 3). Es geht also auch um das eigene Selbst, Autonomie, Selbstbestimmung oder auch Identitätsentwicklung, was durch diese Wechselwirkungen geprägt werden kann.

In Abgrenzung zu anderen Einflussarten (z.B. jemanden überreden, etwas zu tun), stellen Susser et al. (2019) die Rolle von Manipulation bei den Praktiken der Einflussnahme auf das Individuum heraus, wie etwa hinsichtlich eigener und selbstbestimmter Entscheidungen. Sie beschreiben damit insbesondere verdeckte Maßnahmen zur Einflussnahme. Wenn diese offen gezeigt werden, sind sie nach Susser et al. (2019) nicht unter dem Begriff der Manipulation zu begreifen. Das vorherige Beispiel der Nudges kann dies deutlich machen. Nudges können auch offengelegt werden, wie etwa in Bezug auf Privacy Nudges diskutiert wird oder etwa auch die Hinweise zur Reihenfolge der Suchmaschinenergebnisse bei dem zuvor beschriebenen Experiment von Epstein et al. (2017). Diese Nudges würden nicht als Manipulation nach der Begriffsdefinition von Susser et al. (2019) gelten. Wie zuvor diskutiert, kann Nudging aber auch unauffällig das Verhalten der Nutzenden (z.B. beim Online-Shopping) versuchen zu beeinflussen, was schließlich nach Susser et al. (2019) eine Form der Manipulation wäre. Eine wesentliche Eigenschaft manipulativer Praktiken basiert also gerade auf der Intransparenz zwischen Nutzenden und Anbietenden beziehungsweise Entwickelnden.

Ein weiterer Effekt hinsichtlich der Identitätsentwicklung entsteht etwa durch die Verwendung von ML-Modellen für die Rückmeldungen, die zu einer Regression zur Mitte

führen kann, wie Blackwell beschreibt: „the distinctive characteristics of the individual will be adjusted or corrected toward the expectations encoded in the model“ (Blackwell, 2015, S. 6) („the model“ bezieht sich hier auf datenbasierte ML-Modelle). Dadurch entsteht also ein Einfluss auf die Entwicklung der eigenen Identität im Vergleich zu anderen Individuen. Das bedeutet, dass ein solches System die Identitätsentwicklung des Individuums beeinflussen könnte. Ähnliche Diskussionen gibt es auch auf den Kontext des Profiling und dem Generieren persönlicher Daten, bei denen teilweise Gruppencharakteristiken als Grundlage verwendet und für ein Individuum angewendet werden. Das heißt, ein Individuum wird anhand solcher Gruppenmerkmale klassifiziert, bewertet oder Entscheidungen über das Individuum getroffen, was als De-Individualisation bezeichnet wird (vgl. Van Wel & Royakkers, 2004). Dies würde so auch auf die Anwendung datengetriebener Methoden zutreffen, bei denen beispielsweise Datenmodelle anderer Personen herangezogen werden, diese in Beziehungen gesetzt werden oder auch Vorhersagemodelle genutzt werden. So kann generell in diesen Praktiken ein Einfluss auf die Individualität und damit auch die Identitätsentwicklung des Individuums entstehen.

Anknüpfend an die Beispiele der Personalisierungen und Adaptionen des digitalen Artefakts und dessen Rückmeldungen können neben Auswirkungen für das Verhalten der Individuen auch Einflüsse auf Meinungen oder auch Weltansichten entstehen, wodurch die eigenen Perspektiven auf das eigene Selbst und die Welt beeinflusst werden oder das Individuum dahingehend gewissermaßen sogar entmündigt wird (Montag, 2021; Mühlhoff, 2018). In ähnlicher Weise argumentiert Blackwell (2015), dass allein schon durch die Vorhersagen des Verhaltens eines Individuums sowie die entsprechenden Anpassungen des ddA eine Einschränkung der Selbstbestimmung des Individuums stattfindet. Dazu gehört auch das grundsätzliche Problem des Eingriffs in oder sogar stückweise der Verlust der eigenen Privatsphäre, wie in den verschiedenen zuvor diskutierten Beispielen immer wieder deutlich wurde.

Bezüglich der Wirkungen des ddA auf das Individuum soll abschließend eine Beobachtung festgehalten werden: In dem Kapitel 2 wurde bereits diskutiert, dass Nutzende in den Interaktionen mit ddA teilweise resignierte Haltungen und Gefühle der Machtlosigkeit entwickeln (siehe Abschnitt 2.6.3), was schließlich zu passiven Rollen in diesen Interaktionssystemen mit ddA führen kann. Ergänzend dazu zeigt eine Studie von Büchi et al. (2020) zum Beispiel auf, dass Nutzende wegen der Datenpraktiken und ihrer Sorgen vor Überwachung und Profilbildung ihr eigenes Verhalten verändern und sich selbst zensurieren, um nicht negativ klassifiziert zu werden. Das heißt, dass allein durch die Existenz der Datenpraktiken bereits eine Wirkung auf den Nutzenden entstehen kann, vielleicht sogar ohne einen direkten Einfluss über die Rückmeldungen des ddA im Sinne der Interaktion.

Die Frage, ob nun die Wirkungen des ddA auf den Menschen intentional erfolgten oder nicht, ist Teil der Diskussion zu den primären und sekundären Zwecken. Bezogen auf die Wechselwirkung geht es eher darum, dass ein ddA den Nutzenden auf verschiedene Arten und Weisen beeinflusst. Dies haben insbesondere die verschiedenen diskutierten Beispiele deutlich gemacht. Zusammenfassend lässt sich ein solcher Einfluss hinsichtlich der Besonderheiten der Interaktionssysteme mit ddA im Vergleich zu klassischen digitalen Artefakten insbesondere auf zwei Aspekte zurückführen: (1) Die datengetriebenen Methoden, die in ddA zum Einsatz kommen (z.B. ML-Modelle zur Klassifikation von Individuen), können Implikationen für die Konstruktion der Datenmodelle und die Interaktionssyste-

me selbst haben – und damit folglich für die Nutzenden als Teil des Interaktionssystems. (2) Die Gestaltung von ddA und die verschiedenen Datenpraktiken führen ebenfalls zu Implikationen für den Nutzenden (z.B. direkte Manipulation oder auch durch Personalisierungen). Diese umfassen beispielsweise Einflüsse auf Emotionen, Gedanken, Verhalten und Entscheidungen des Individuums und die Entwicklung des Selbst und der Identität des Individuums.

Die Diskussion zeigt also verschiedene Wirkungen des ddA auf das Individuum auf. Es sei jedoch darauf hinzuweisen, dass Nutzende in bestimmten Kontexten ein ddA gerade wegen der Beeinflussung nutzen wollen, wie etwa das Beispiel des Self-Trackings zeigt. Darüber hinaus kann argumentiert werden, dass jegliche Interaktion mit digitalen Artefakten über ihre Funktionen Wirkungen haben, die Nutzende wollen (siehe auch: Schulte, 2022). Für Datenbewusstsein sind allerdings insbesondere die Wirkungen ausgehend von datengetriebenen Methoden und der (teilweise sogar manipulativen) Gestaltung von ddA beziehungsweise der Interaktionssysteme interessant. Dabei wurde insbesondere eine individuelle Betrachtungsebene diskutiert. Insbesondere durch die Beeinflussung von Individuen in größerem Maßstab können diese individuellen Wirkungen auch zu gesellschaftlichen Implikationen führen (vgl. Rahwan et al., 2019). Die zuvor genannten Beispiele, wie etwa die Beeinflussung des Wahlverhaltens der Nutzenden (vgl. Bond et al., 2012; Epstein et al., 2017), potenzielle Effekte wie Filterblasen und deren Rolle für Desinformationen (vgl. Lazer et al., 2018; Pariser, 2012) oder auch diskriminierende Effekte bei der Anwendung von datengetriebenen Methoden (vgl. Bandy, 2021; Gandy, 2012; Mann & Matzner, 2019), machen deutlich, dass durch diese Wirkungen auf viele Individuen gesellschaftliche Implikationen entstehen können (z.B. für Demokratie).

Unberücksichtigt blieben in dieser Diskussion die sonstigen Einflüsse von ddA auf etwa soziale Beziehungen von Individuen, die ebenfalls beispielsweise durch personalisierte Empfehlungen entstehen können, oder veränderte Verhaltensweisen und auch Kulturräume bedingt durch die massenhafte Nutzung von digitalen Technologien (inkl. ddA), zu denen teilweise auch die besonderen Funktionalitäten von ddA einen Beitrag leisten (z.B. durch Personalisierungen) (siehe z.B. Diskussionen in: Montag, 2021). Es sollte also deutlich werden, dass die vorherige Diskussion der Implikationen von ddA auf Menschen nicht vollumfänglich sein kann und auch nicht den Anspruch darauf erhebt, es zu sein. Stattdessen soll die vorherige Diskussion Wirkungen aufzeigen, die interessante Einblicke in die Rolle von Daten in diesen Interaktionssystemen liefern.

Mensch → ddA Bezogen auf klassische digitale Artefakte wurden im HIS-Rahmen bereits Rollen der Individuen gegenüber digitale Artefakte diskutiert (siehe Abschnitt 2.3.1). Darüber hinaus werden nachfolgend für die spezifische Art der ddA Besonderheiten im Hinblick auf die Beeinflussung des ddA durch den Menschen diskutiert.

1. **Einfluss durch die Nutzung:** Bei der Interaktion werden persönliche Daten erhoben und generiert, woraus Datenmodelle über Nutzende entstehen, die bedingt durch die datengetriebene Funktionsweise von ddA einen Einfluss auf das ddA und dessen Verhalten haben. Das umfasst somit auch einen Einfluss auf das Interaktionssystem und insbesondere den weiteren Interaktionsverlauf.
2. **Einfluss bei den datengetriebenen Methoden:** In ddA werden datengetriebene Methoden eingesetzt, bei denen etwa Regeln, Muster oder Modelle aus Daten abge-

leitet beziehungsweise trainiert werden. Diese Daten können auch aus den Interaktionen zwischen Mensch und ddA entstammen. Durch diese Daten wirken Nutzende (indirekt) in diese Prozesse, sodass beispielsweise das Verhalten von Nutzenden in ML-Modellen für die Klassifikation anderer Nutzenden einfließen.

3. **Einfluss auf die Datenpraktiken:** Die anderen Aspekte zeigen einen Einfluss auf die Erhebung und Verarbeitung der Daten in einem Interaktionssystem mit ddA. Hinsichtlich dieser Datenpraktiken können Nutzende beispielsweise die Datenerhebung einschränken, nur bestimmte Daten bereitstellen, Daten verändern oder das ddA dahingehend konfigurieren.
4. **Gestaltung des ddA:** So wie bei klassischen digitalen Artefakten können Nutzende in den Interaktionen neben der Nutzung auch gestaltende Rollen einnehmen, um etwa ddA zu adaptieren, zu erweitern, an die eigenen Bedürfnisse anzupassen oder sogar selbst ddA zu entwickeln. Diese Rollen können durch ddA allerdings auch eingeschränkt werden (z.B. offene vs. geschlossene ddA).

Im Hinblick auf den ersten Aspekt des **Einflusses durch die Nutzung** wurde in der vorherigen Charakterisierung der Rolle von Daten in Interaktionssystemen mit ddA (siehe Abschnitt 4.2) deutlich, dass in der Interaktion mit ddA persönliche Daten erhoben und generiert werden und daraus Datenmodelle über den Nutzenden entstehen, die einen Einfluss auf das Verhalten des ddA haben. Das bedeutet im Umkehrschluss, dass allein die Nutzung eines ddA bereits einen Einfluss auf das ddA haben kann; oder mit anderen Worten: Eine Interaktion zwischen Mensch und ddA umfasst zwangsläufig durch die Rolle von Daten im Interaktionssystem einen Einfluss des Nutzenden auf das ddA. Hervorzuheben ist dabei, dass durch den Einfluss auf das ddA auch direkt das Interaktionssystem beeinflusst und wegen der Zustandscharakteristik der Datenmodelle Implikationen für den weiteren Interaktionsverlauf hat (siehe etwa Abbildung 4.6). Diese Beeinflussung des ddA allein durch das Interagieren mit dem ddA muss nicht bewusst erfolgen, so haben Nutzende teilweise wenig Verständnis dieser durch die Datenpraktiken bedingten Wirkungsprozesse, wie die Diskussion in Abschnitt 2.6.1 zeigte. Im Gegenteil, diese erste Kategorie des Einflusses auf das ddA bezieht sich in erster Linie auf unterbewusste Auswirkungen durch die Daten.

Beim zweiten Aspekt geht es um den **Einfluss bei den datengetriebenen Methoden**. Die persönlichen Daten aus den Interaktionen mit dem ddA können für weitere Anwendungen datengetriebener Methoden eine Rolle spielen, wie etwa um Vorhersagemodelle für Zwecke der Personalisierungen und Adaptionen der ddA zu entwickeln. Somit haben die Daten in den Ergebnissen der Anwendungen dieser datengetriebenen Methoden einen Einfluss, wie etwa wenn diese Daten in den Trainingsprozessen von ML-Modellen genutzt werden (ähnlich argumentiert in: Rahwan et al., 2019). Dadurch entsteht ein Einfluss auf solche Modelle (oder auch abgeleitete Regeln und Zusammenhänge), die in dem ddA oder auch in anderen Kontexten genutzt werden können. Wenn sie im ddA Anwendung finden, entsteht somit ein Einfluss auf das ddA und dessen Verhalten im Interaktionssystem. Ein weiterer Aspekt in diesem Zusammenhang soll kurz hervorgehoben werden: Bei diesem Zusammenhang wird deutlich, dass ein Nutzender durch die Interaktion mit digitalen Systemen (u.a. ddA) einen Beitrag zur Datenmenge liefert, mit denen datengetriebene Methoden erst umgesetzt werden können. Wie das Beispiel der Predictive

Analytics zeigte (z.B.: Mühlhoff, 2021; Sarker, 2021), entstehen dadurch etwa Möglichkeiten der Entwicklung von Vorhersagemodellen, die für die Vorhersage persönlicher Daten anderer Personen genutzt werden können, die diese Daten nicht selbst bereitgestellt haben. Das bedeutet, durch die Daten aus der eigenen Interaktion mit einem ddA (z.B. bereitgestellte persönliche Daten) können persönliche Daten über andere Personen vorhergesagt und abgeleitet werden. Der Einfluss auf das ddA durch die Interaktion kann zusammengefasst die Anwendung datengetriebener Methoden beeinflussen und damit auch die Interaktionen anderer Personen mit dem ddA beeinflussen. Auch bei dieser Form der Einflussnahme ist eher von unterbewussten Auswirkungen auszugehen, wohingegen die nächsten beiden Kategorien aktivere Formen der Einflussnahmen beschreiben, bei denen etwa Aktivitäten wie das Konfigurieren, Adaptieren, Verändern und Anpassen eine Rolle spielen.

Anzumerken sei an dieser Stelle aber auch, dass diese Kategorie auch unter einer aktiven Beeinflussung betrachtet werden kann. Exemplarisch kann dafür neben dem Bereitstellen von Daten auch andersherum das Löschen von Daten eine interessante Perspektive aufzeigen. Angesichts der Privatsphäre und des Datenschutzes kann eine Einwilligung widerrufen werden, sodass ein Löschen von persönlichen Daten nötig wird, was aber auch eine Herausforderung für datengetriebene Methoden (z.B. ML-Modelle) darstellt. In diesem Fall stellt sich die Frage, wie persönliche Daten aus trainierten Modellen entfernt werden können beziehungsweise das Lernen mit genau diesen Daten rückgängig gemacht werden kann, ohne das gesamte ML-Modell neu zu trainieren, was eine kostenintensive Variante wäre (vgl. Ginart et al., 2019).

Der dritte Aspekt bezieht sich auf den **Einfluss auf die Datenpraktiken**. Teilweise wird hinsichtlich der Datenpraktiken in ddA, insbesondere in kommerziellen Bereichen, argumentiert, dass diese entweder akzeptiert werden müssen, damit das ddA genutzt werden kann, oder das ddA nicht genutzt werden kann (vgl. Lutz et al., 2020; Pangrazio & Selwyn, 2020). Als Argumente gegen diese Betrachtungsweise sei erstens genannt, dass es durchaus eine echte Alternative sein kann, auf andere ddA zurückzugreifen – auch gemeinsam als Peer-Group. Zweitens sei darauf hingewiesen, dass es zwischen diesen beiden Polen einige weitere Möglichkeiten gibt, die nachfolgend kurz diskutiert werden sollen. Demzufolge wird in dieser Arbeit stattdessen argumentiert, dass ein Individuum, wenn ein Bewusstsein beziehungsweise Verständnis der Erhebung und Verarbeitung von Daten besteht, aktiv auf diese Daten Einfluss nehmen kann, wodurch schließlich auch ein Einfluss auf das ddA und dessen Verhalten in der Interaktion entsteht. Dies kann etwa durch bestimmte Aktionen, das Hinterlassen von Daten, das Vermeiden von Daten, das Einschränken der Datenerhebung oder das Verändern von Daten erfolgen.

Wie bereits beschrieben, ermöglicht allein die Nutzung von ddA bereits eine Erhebung von Daten, die einen Einfluss auf die ddA haben können; dies wurde aber zuvor als unterbewusste Einflussnahme beschrieben. In dieser Art können auch aktive Einflussnahmen auf die Datenerhebung stattfinden. Ein Beispiel dafür ist das Konzept der Obfuscation, mit dem Brunton und Nissenbaum (2011) Strategien beschreiben, womit irreführende, falsche oder mehrdeutige Daten produziert werden sollen (siehe auch: Brunton & Nissenbaum, 2015). Mit diesen Praktiken zielen sie im Wesentlichen auf eine „Verwirrung“ der Akteure im Kontext des ddA ab, die insbesondere durch die Unzuverlässigkeit in den Daten entstehen sollen (vgl. Brunton & Nissenbaum, 2011). Sofern dies erfolgreich funktionieren sollte, könnte somit eine Verschleierung und Unzuverlässigkeit des Datenmodells

bewirkt und somit das Verhalten des ddA beeinflusst werden.

Die ddA können auch durch andere bewusste Handlungen und Strategien beeinflusst werden, die etwa auf das (indirekte) Verändern der Datenmodelle abzielen, wodurch schließlich datengetriebene Funktionsweisen (z.B. Personalisierungen) beeinflusst werden können. Einen Überblick über verschiedene Taktiken führt Swart (2023) auf, wie etwa eine bewusste Interaktion mit Inhalten (z.B. bestimmte Inhalte anklicken oder meiden) zur Beeinflussung von Empfehlungssystemen für die zukünftige Auswahl angezeigter Inhalte.

Ergänzend dazu kann das direkte Verändern der Datenmodelle oder zumindest Teile dieser betrachtet werden. Zum Beispiel fordert Weigend (2017, siehe Kapitel 6) zur Verbesserung der Transparenz und Stärkung der Handlungsfähigkeit der Individuen, dass Nutzende unter anderem von digitalen Anwendungen Möglichkeiten bekommen sollen, die über sie erhobenen Daten zu ergänzen, unkenntlich zu machen, damit zu experimentieren oder sie mitnehmen zu können (vgl. Weigend, 2017, S. 232). Solche Möglichkeiten sind teilweise in kommerziellen ddA tatsächlich zu finden, wo beispielsweise ermittelte Klassifikationen und Vorhersagen für Präferenzen einsehbar und korrigierbar sind. Ein Beispiel dafür sind etwa Seiten, auf denen Einstellungen bezüglich der Werbemaßnahmen vorgenommen werden können, bei denen etwa Daten über den Nutzenden angezeigt werden, die zur Auswahl der Werbung verwendet werden und teilweise geändert werden können (z.B. demografische Informationen) (siehe auch: Datta et al., 2015).

Weitere Möglichkeiten hinsichtlich des Einfluss auf die Datenpraktiken stellen entsprechende Einstellungen in den ddA bereit (z.B. Privacy Settings oder Preferences). Für die Entscheidungen bezüglich des Bereitstellens von Daten (z.B. persönliche Fotos) oder auch das Vornehmen entsprechender Einstellungen können auch entsprechende Anwendungen genutzt werden. Dazu diskutieren Liu et al. (2022) unter anderem zwei Ansätze: (1) Anwendungen, die zum Einschätzen der Risiken für die Privatsphäre durch das Teilen von Daten genutzt werden können (z.B. ein ML-Tool zum Bewerten der Sensitivität von Fotos); oder (2) „Personal Privacy Management Assistant“, die hinsichtlich der Privatsphäreinstellungen und -präferenzen unterstützen sollen. Solche Anwendungen können dadurch dazu beitragen, dass Nutzende Einfluss auf die Datenpraktiken nehmen können, wie etwa durch entsprechende Handlungsentscheidungen oder die automatisierte Anpassung von Einstellungen durch solche Assistenten. Diesbezüglich sei bereits erwähnt, dass die Adaption solcher Anwendungen für die Sicherung der eigenen Bedürfnisse und Interessen in den Interaktionen mit ddA auch ein Beispiel für eine Handlungsfähigkeit im Sinne Datenbewusstseins sein kann, wie sie später diskutiert werden (siehe Abschnitt 4.3.5). Ergänzend dazu sollte die Nutzung von Tools und Strategien erwähnt werden, die etwa die Datenerhebung einschränken können (z.B. Webbrowser Erweiterungen oder Löschen von Cookies) (siehe etwa Beispiele in: Boerman et al., 2021).

Der vierte Aspekt greift die **Gestaltung des ddA** auf. Die Beeinflussung des ddA führt schließlich auch zur Rolle des Individuums in den Interaktionssystemen: Wird eine eher passive Rolle eines Konsumenten oder eventuell auch eine gestaltende Rolle zur (Mit-)Gestaltung und Entwicklung des ddA eingenommen?

Zu den damaligen digitalen Systemen („New Media“) kritisiert Fischer (2002), dass Individuen dort lediglich als Konsumenten angesehen werden, was heute insbesondere in kommerziellen Bereichen sicher noch stimmt. Er fordert stattdessen, dass die Individuen auch gestaltende Rollen einnehmen können sollen, wozu er den Meta-Design Ansatz beschreibt. Dazu schreiben Fischer und Giaccardi: „meta-design creates open systems

that can be modified by their users and evolve at use time, supporting more complex interactions (rather than linear or iterative processes). Open systems allow significant modifications when the need arises.“ (Fischer & Giaccardi, 2006, S. 433f.) Die Systeme sollten nach ihnen also so gestaltet sein, dass „Nutzende“ nicht mehr nur als passive Konsumenten betrachtet werden, sondern aktive Gestaltungen des Systems ermöglicht werden, damit sie diese an ihre eigenen Bedürfnisse anpassen können. Solche offenen Systeme sind beispielsweise in Open-Source Anwendungen zu finden (vgl. Fischer & Giaccardi, 2006), die prinzipiell – bei entsprechenden Fähigkeiten – angepasst werden können. Fischer und Giaccardi (2006) ergänzen weiter: „The importance of meta-design rests on the fundamental belief that humans (not all of them, not at all times, and not in all contexts) want to be and act as designers in personally meaningful activities.“ (Fischer & Giaccardi, 2006, S. 446) Dies ist eine wichtige Bemerkung, die Einnahme von aktiv gestaltenden Rollen bei einem solchen System muss nicht immer und überall stattfinden, es geht bei diesem Ansatz eher um das Gestalten des Systems, wenn das Individuum persönlich einen Bedarf dafür sieht. Wichtig sind also zunächst die grundlegenden Möglichkeiten, dies zu tun. Das Gestalten von digitalen Systemen im Sinne des Meta-Design Ansatzes umfasst dabei verschiedenste Rollen zwischen Konsumieren und Entwickeln, zwischen denen je nach Situation gewählt werden kann und etwa auch Anpassen von digitalen Artefakten umfasst und nicht immer ein Entwickeln von komplett neuen digitalen Artefakten bedeutet (vgl. Fischer, 2002; Fischer & Giaccardi, 2006).

In diesem vierten Aspekt der Wechselwirkung geht es im Wesentlichen um solche Gestaltungsmöglichkeiten, etwa auf Ebene der Software des Systems und nicht nur der Datenmodelle. Diesbezüglich weisen etwa Schulte und Budde (2018) darauf hin, dass digitale Artefakte angesichts der Selbstbestimmung des Nutzenden ein offenes Design haben sollten, sonst wären die Interaktionen für den Nutzenden vorgeschrieben und der Nutzende müsste sich dem System anpassen. Durch ein offenes Design würden sich entsprechend andere Gestaltungsmöglichkeiten ergeben, die etwa dem Nutzenden ermöglichen würden, das digitale Artefakt an eigene Interessen und Bedürfnisse anzupassen.

Ein geschlossenes System, wie oft aus dem kommerziellen Kontext bekannt, ist für den Nutzenden oft intransparenter (vgl. Burrell, 2016; Kitchin, 2017) und erlaubt in der Regel eher weniger Gestaltungsmöglichkeiten des Systems auf einer solchen Ebene (siehe Kritik von: Fischer, 2002). Wenn ein System ein geschlossenes Design hat, kann argumentiert werden, dass es dann oft eine Einschränkung der Gestaltungsmöglichkeiten zur Folge hat und eine Einschränkung der Selbstbestimmung des Nutzenden bedeutet. Ähnlich argumentiert beispielsweise Mühlhoff (2018), dass geschlossene digitale Systeme zu einer digitalen Entmündigung der Nutzenden beitragen. Bezogen auf die Datenpraktiken in den Interaktionen mit ddA können diese dann beispielsweise unter Umständen nicht eingesehen und nicht geändert werden; so kann etwa auch schon intransparent sein, welche Daten erhoben und generiert werden und für welche Zwecke diese genutzt werden (unabhängig von den datenschutzrechtlichen Regelungen, die an dieser Stelle auch ihre Grenzen haben (vgl. Mühlhoff & Ruschemeier, 2024)). Dies könnte auch zu diesen Phänomenen beitragen, die in Abschnitt 2.6.3 mit Begriffen der Resignation, Powerlessness oder auch Fatigue bezeichnet wurden.

Für den Aspekt der Gestaltung des ddA ist hingegen eine Betrachtung von offenen ddA interessant (z.B. Open-Source Systeme), die deutlich mehr Gestaltungsmöglichkeiten bieten. Folgendes Beispiel soll dazu einführen:

Stellen wir uns eine Interaktion mit einer Suchmaschine vor, deren Software für den Nutzenden einsehbar und veränderbar ist. Die Suchmaschine liefert beispielsweise eine personalisierte Reihenfolge der Suchergebnisse. Angesichts der vorherigen Diskussion zur Wechselwirkung (siehe Abschnitt 4.2.3) kann eine solche Personalisierung verschiedene Implikationen mit sich bringen. Wenn nun beispielsweise der Nutzende die Funktionalität des ddA verstanden hat (z.B. die Erhebung und Verarbeitung von Daten für die Personalisierung), so kann dieser sich dazu positionieren. Angenommen der Nutzende möchte die Suchergebnisse nicht in dieser Form personalisiert bekommen, sondern auch unpersonalisierte Rückmeldungen bekommen, und hat entsprechende Programmierkenntnisse. So wäre prinzipiell denkbar, dass diese Funktionalität vom Nutzenden beispielsweise so angepasst werden könnte, dass die Suchergebnisse teilweise personalisierte und teilweise unpersonalisierte Ergebnisse liefert. So hätte der Nutzende das System und dessen Funktionalität an seine Bedürfnisse angepasst.

Das vereinfachte Beispiel, aber im Einklang mit den vorherigen Beispielen der Suchmaschine, soll aufzeigen, wie beispielsweise eine Gestaltung durch ein offenes Design ermöglicht werden könnte und dies im Sinne Datenbewusstseins interpretiert werden kann. Dabei geht es schließlich nicht unbedingt um die Ergänzung weiterer Funktionen, sondern insbesondere auch die Anpassung von Datenpraktiken und datengetriebenen Funktionalitäten an die eigenen Bedürfnisse.

Sofern es also das ddA ermöglicht, sind auch aktive Gestaltungen des digitale Artefakts (auf Ebene der Software) denkbar, sodass der Nutzende in einem Interaktionssystem mit ddA entsprechend zusätzlich zu den vorherigen skizzierten Einflussmöglichkeiten durch diese Gestaltungsmöglichkeiten direkten Einfluss auf das ddA und damit das Interaktionssystem haben kann.

Die vier zuvor diskutierten Aspekte zeigen verschiedene Formen an, wie der Mensch in den Interaktionssystemen mit ddA das Artefakt beeinflussen kann. Hervorzuheben ist, dass bereits die reine Nutzung des ddA schon einen Einfluss auf das System darstellt, auch wenn dies meist unbewusst erfolgt (siehe erster Aspekt). Es können aber auch aktive Beeinflussungen der ddA stattfinden: Einerseits kann die Erhebung und Verarbeitung der Daten beeinflusst werden und andererseits können ddA aktiv gestaltet werden. Ersteres bezieht sich im Wesentlichen auf einen Einfluss auf die Datenmodelle, wodurch sich allerdings auch das Verhalten des ddA verändern kann. Letzteres beschreibt etwa das Adaptieren, Erweitern und Entwickeln von ddA hinsichtlich der eigenen Bedürfnisse und Interessen. Dies ist allerdings in der Regel auf offene Systeme beschränkt, da genau diese Gestaltungsmöglichkeiten bei geschlossenen Systemen (z.B. kommerzielle Anwendungen) meist eingeschränkt sind. Im Falle der offenen Systeme könnten diese aber beispielsweise angesichts der Datenpraktiken für die eigenen Bedürfnisse angepasst oder erweitert werden. Mit dieser Diskussion zeigt sich also insgesamt eine Bandbreite an Beeinflussungen des ddA durch das Individuum, die durch mehr oder weniger bewusste Handlungen beschrieben werden und teilweise keine Programmierkenntnisse voraussetzen. Deutlich wird aber bereits bei dieser Diskussion, dass ein Verständnis für die Rolle von Daten nötig ist, um aktive Einflussmöglichkeiten wahrzunehmen. Dies wird als ein wichtiger Bestandteil der theoretischen Konzeption von Datenbewusstsein im nächsten Abschnitt näher disku-

tiert (siehe Abschnitt 4.3.1).

Nun könnte die Frage aufkommen, ob wirklich alle diese Aspekte aus der Sicht von Datenbewusstsein als Ziele der Befähigung zum Beeinflussen oder im Sinne der Handlungsfähigkeit beschrieben werden (sollten); da beispielsweise das Erlernen von Nutzungskompetenzen für Einstellungen in solchen Anwendungen als Ziel für Informatikunterricht typischerweise eher infrage gestellt wird. Ziel der vorherigen Diskussion in diesem Abschnitt war jedoch nicht die Bewertung der verschiedenen Einflüsse, sondern lediglich ein Aufzeigen verschiedener möglicher Wirkungen des Nutzenden auf das ddA und andersherum. Umso wichtiger ist allerdings die Klärung der Bedeutung von Handlungsfähigkeit in dem Konzept Datenbewusstsein, die ausführlicher im Abschnitt 4.3.5 als Teil der theoretischen Konzeption von Datenbewusstsein und dessen Zielsetzungen diskutiert wird.

Auf eine weitere interessante Beobachtung bezüglich der Wechselwirkung sollte hingewiesen werden. Die Beeinflussung, insbesondere jene vom Menschen auf das ddA, können zu unterschiedlichen Zeitpunkten Wirkungen haben. Durch die zentrale Rolle der Daten in diesen Interaktionssystemen mit ddA und etwa die Bedeutung der Datenmodelle für die datengetriebenen Funktionsweisen von ddA können sich die Auswirkungen direkt in der Interaktion zeigen. Allerdings muss dies nicht sofort passieren und kann auch zeitverzögert stattfinden.

Die Charakterisierung der Interaktionssysteme mit ddA in diesem Abschnitt fokussierte die individuelle Betrachtungsebene. Entsprechend lag der Schwerpunkt bei der Diskussion der Wechselwirkung auf der individuellen Beeinflussungen zwischen Mensch und ddA. Dabei wurden einzelne Aspekte einer gesellschaftlichen Ebene ebenfalls aufgegriffen. Als Ausgangspunkt für weitere Diskussionen im Hinblick auf eine gesellschaftliche Ebene sei etwa erwähnt, dass einige der diskutierten Aspekte der Wechselwirkung auf eine gesellschaftliche Ebene abstrahiert werden können. Zum Beispiel stellt die Diskussion zu individuellen Benachteiligungen im Hinblick auf Diskriminierung und Fairness gleichzeitig ein gesellschaftliches Problem dar (siehe z.B.: Buolamwini & Gebru, 2018; Howard & Borenstein, 2018; Mann & Matzner, 2019; Mehrabi et al., 2022). Ebenso zählen Veränderungen der Wirtschafts- und Gesellschaftsstrukturen zu gesellschaftlichen Auswirkungen, etwa durch datenbasierte Geschäftsmodelle (vgl. Couldry & Mejias, 2019; West, 2019; Zuboff, 2018). Deutlich werden etwa hinsichtlich gesellschaftlicher Strukturen auch eine zunehmende Intransparenz sowie Asymmetrie von Informationen, Macht und Kontrolle zwischen Nutzenden und den Akteuren hinter ddA (vgl. Brunton & Nissenbaum, 2015; Mühlhoff, 2018; West, 2019). Umgekehrt beeinflusst auch die Gesellschaft ddA, etwa durch regulatorische Maßnahmen, die aufgrund der Besonderheiten dieser Systeme angepasst werden müssen (siehe z.B.: B. Smith & Shum, 2018) (siehe für exemplarische Ansätze dazu z.B.: Council of the European Union, 2023; Datenethikkommission der Bundesregierung, 2019).

4.3 Theoretische Konzeption und Zielsetzungen von Datenbewusstsein

Als Teil der Entwicklung des Konzepts wurde zuvor eine Charakterisierung der in dieser Arbeit betrachteten Interaktionssysteme mit ddA vorgenommen, was sich an dem HIS-Rahmen orientierte und einen Fokus auf die Rolle von Daten hatte. Dies liefert eine

spezifische Sichtweise auf diese Interaktionssysteme und bietet eine Konkretisierung der thematischen Ausrichtung des Konzepts Datenbewusstsein. Anknüpfend an die in Kapitel 2 diskutierte Ausgangslage für dieses Forschungsvorhaben wird in diesem Abschnitt die theoretische Konzeption von Datenbewusstsein sowie die Zielsetzungen des Konzepts erläutert, wodurch unter anderem die Bedeutung von Datenbewusstsein konkretisiert wird. Die Erarbeitung dieser theoretischen Konzeption und die Schärfung der Zielsetzungen basiert neben der Ausgangslage dieser Arbeit zudem auf den Ergebnissen aus den drei Zyklen dieser Arbeit (siehe Kapitel 6 bis 8). In diesem Abschnitt werden zunächst übergeordnete Ziele sowie die Definition von Datenbewusstsein erklärt und anschließend werden theoretische Elemente der Konzeption von Datenbewusstsein näher betrachtet.

4.3.1 Übergeordnete Ziele und Definition

Für die Ausrichtung und Zielsetzungen für Datenbewusstsein werden zunächst übergeordnete Ziele beschrieben, etwa im Sinne des Rationales (siehe Curricular Spider Web in Abschnitt 2.1.2).

Wie bereits zuvor erwähnt, soll das Konzept Datenbewusstsein in dieser Arbeit als allgemeinbildendes Konzept für den Informatikunterricht entwickelt werden. Als erste Orientierung soll es bei Datenbewusstsein insbesondere darum gehen, Schüler:innen zu befähigen, in ihrem Alltag kompetent mit ddA umgehen zu können und sich selbstbestimmt, mündig und verantwortungsvoll in einer von ddA geprägten Welt bewegen zu können. Das meint jedoch keineswegs, dass Schüler:innen lernen, wie sie ddA bedienen sollen. Ein kompetenter Umgang mit digitalen Artefakten beschreibt in dieser Arbeit vielmehr eine Interaktion mit ddA, die auf einem Verständnis der technischen Funktionsweise des ddA und der Rolle von Daten in dem Interaktionssystem basiert. Dies bedeutet beispielsweise, dass Schüler:innen Prozesse einer Erhebung und Verarbeitung persönlicher Daten verstehen und reflektieren können, etwa auch um Implikationen dessen zu erkennen. Dazu gehört auch, die eigene Rolle in diesen Interaktionen zu reflektieren und schließlich Entscheidungen für das eigene Handeln zu treffen (z.B. bestimmte Daten nicht bereitzustellen). Darauf aufbauend könnten Schüler:innen etwa erkennen, wie das Verhalten dieses ddA vom vorherigen Interaktionsverlauf beeinflusst wird, welchen Einfluss eigene Handlungen darauf haben und wie der weitere Interaktionsverlauf somit bewusst geändert werden könnte. Bei einer solchen Zielausrichtung des Konzepts ist hervorzuheben, dass es insbesondere darum geht, dass die gelernten Inhalte und Fähigkeiten aus dem Unterricht auch im Alltag bedeutsam sind und von den Schüler:innen genutzt werden können, um schließlich ddA, mit denen sie im Alltag interagieren, verstehen und diese Interaktionssysteme reflektieren zu können.

Im Rahmen der Ausgangslage dieser Arbeit wurden Studien zu vier Themen diskutiert, die eine Notwendigkeit für ein solches Datenbewusstsein aufzeigen: (1) Es zeigte sich, dass viele Schüler:innen eher wenig Bewusstsein und Verständnis über die Erhebung und Verarbeitung von Daten über sie haben (Datenpraktiken). (2) Studien zeigen, dass vielen Nutzende ihre Privatsphäre wichtig ist, sich dies im tatsächlichen Verhalten aber wenig wiederfindet. (3) Viele Personen scheinen hinsichtlich der Datenpraktiken in (datengetriebenen) digitalen Artefakten resigniert zu sein und sich machtlos und hilflos zu fühlen beziehungsweise sich als handlungsunfähig wahrzunehmen. (4) Außerdem deuten Studien an, dass einige Schüler:innen Schwierigkeiten dabei haben, das Gelernte über ddA

und Daten mit ihrem Alltag in Verbindung zu bringen oder es dort sinnvoll zu nutzen und handlungsfähig zu werden. Zusammengenommen zeigt diese Studienlage für den Kontext des Lernens über ddA einen Bedarf für Datenbewusstsein. Im Folgenden werden diese Ziele – insbesondere mit Anknüpfung an das Bildungsverständnis – weiter konkretisiert.

Durch die Ausrichtung von Datenbewusstsein soll also ein Beitrag zur informatischen Allgemeinbildung erreicht werden. In Anlehnung an den Allgemeinbildungsbegriff von Klafki (2007) (siehe Abschnitt 2.2.1 für detailliertere Erklärungen) soll das Konzept damit Fähigkeiten zur Selbstbestimmung, Mitbestimmung und Solidarität fördern. Gleichermaßen soll es möglichst für alle sein, das Lernen soll im Medium des Allgemeinen stattfinden und verschiedene Grunddimensionen menschlicher Interessen und Fähigkeiten fördern (vgl. Klafki, 2007). Dies umfasst beispielsweise, dass Datenbewusstsein allgemeine, gesellschaftlich bedeutsame Problem- und Fragestellungen aufgreift (Klafki (2007) nennt sie epochaltypische Schlüsselprobleme), wie etwa hinsichtlich der Rolle von ddA in unserem Alltag und welche Rolle Schüler:innen in ihren Interaktionen mit ddA einnehmen wollen.

Aufgrund der Bedeutung von ddA im alltäglichen Leben und deren Implikationen für Individuum und Gesellschaft (z.B. durch die Datenpraktiken), wird in dieser Arbeit die Position vertreten, dass die Betrachtung der Rolle von ddA im alltäglichen Leben als Thematisierung von Schlüsselproblemen und -fragen eingeordnet werden kann. Deutlich wird dies beispielsweise vor dem Hintergrund der Wechselwirkung in diesen Interaktionssystemen, die auch eine Einschränkung der individuellen Privatsphäre und Selbstbestimmung umfassen können. Die zuvor berichteten Erkenntnisse aus verwandter Forschung (z.B. im Hinblick auf die Resignation und wahrgenommen Handlungsunfähigkeit) unterstreichen dies zusätzlich (siehe Abschnitt 2.6). Die Rolle dieser Technologien im eigenen Alltag sowie die eigene Rolle in den Interaktionssystemen mit ddA zu verstehen, zu hinterfragen und zu reflektieren ist deshalb im Sinne der allgemein, gesellschaftlich bedeutsamen Problem- und Fragestellungen relevant. Ähnliche Argumentationen sind auch bei anderen Autoren zu finden. So argumentiert beispielsweise Iske (2016) auch dafür, den Kontext der Erhebung persönlicher Daten und der Profilbildung mit diesen Daten als ein Schlüsselproblem zu begreifen, wie es Klafki (2007) beschreibt, und begründet die Notwendigkeit einer kritischen Reflexion über diese digitalen Technologien. Ähnlich, aber etwas allgemeiner, ordnen auch Jörissen und Marotzki (2009) die Rolle von digitalen Technologien und deren gesellschaftlichen Implikationen als solche Schlüsselprobleme ein (sie nennen sie „Informations- und Kommunikationstechnologien“ (Jörissen & Marotzki, 2009, S. 15)).

Datenbewusstsein soll schließlich ermöglichen, dass Schüler:innen in der Lage sind, sich mit diesen Problemstellungen und Fragen auseinanderzusetzen und eigene Positionen dazu einzunehmen. In Anlehnung an Klafki (2007) ist dabei insbesondere wichtig, verschiedene Positionen zu erkennen, anzuerkennen, die Bedeutung zur Einnahme einer Position wahrzunehmen und schließlich eine eigene Position einzunehmen. Es geht dabei unter anderem um reflektiertes Entscheiden (Klafki, 2007, S. 61) sowie eine Mitverantwortung und Mitwirkung wahrzunehmen. Um diese Ziele umzusetzen, muss Datenbewusstsein dazu beitragen, dass Schüler:innen die konkreten Interaktionssysteme mit ddA, in denen sie im alltäglichen Leben agieren, verstehen und bewerten, in gesellschaftlichen Diskursen darüber teilhaben sowie reflektierte Entscheidungen treffen können, um eine selbstbestimmte und mündige Rolle in diesen Interaktionssystemen einzunehmen. Durch Datenbewusstsein sollten Schüler:innen befähigt werden, sich mit der Rolle von ddA beschäftigen und

4.3 THEORETISCHE KONZEPTION UND ZIELSETZUNGEN VON DATENBEWUSSTSEIN

diese beurteilen zu können sowie schließlich im Sinne einer selbstbestimmten Handlungsfähigkeit gestaltend Einfluss darauf nehmen zu können. Was eine Handlungsfähigkeit für Datenbewusstsein bedeuten kann, wird nachfolgend im Abschnitt 4.3.5 detaillierter diskutiert.

Bezogen auf die drei Grundfähigkeiten von Klafki (2007) geht es für Datenbewusstsein hinsichtlich der Selbstbestimmung etwa um die Entfaltung der Schüler:innen in einer von ddA geprägten Welt und darin selbstbestimmt handeln zu können, was unter anderem ein Verständnis über die Interaktionssysteme mit ddA voraussetzt (für eine ähnliche Verknüpfung von Verständnis und Selbstbestimmung siehe etwa: Schulte & Budde, 2018). Bezüglich der Mitbestimmungsfähigkeit sollten Schüler:innen in der Lage sein, die datengetriebene Welt mitgestalten zu können, was eine Handlungs- und Entscheidungsfähigkeit sowie sich selbst auch als handlungs- und entscheidungsfähig wahrzunehmen voraussetzt (z.B. in ihren Interaktionen mit ddA). Dies führt auch zu einer Verantwortung für sich und andere in diesen Interaktionen, was etwa die Solidaritätsfähigkeit betrifft.

Zusammenfassend ist für Datenbewusstsein besonders hervorzuheben, dass Schüler:innen befähigt werden sollen, die alltäglichen Interaktionssysteme mit ddA zu verstehen, sich darin zu entfalten, selbstbestimmt zu handeln und zu entscheiden, eine Verantwortung zu übernehmen und die datengetriebene Welt mitzugestalten. Damit bekommt das Konzept Datenbewusstsein eine allgemeinbildende Ausrichtung der übergeordneten Ziele. Für eine weitere Konkretisierung der Zielsetzungen und was dies für Lernprozesse bedeutet, wird im Folgenden ein Blick in den strukturalen Bildungsbegriff geworfen.

Aufbauend auf Marotzkis Verständnis eines strukturalen Bildungsbegriffs (Jörissen & Marotzki, 2009; Marotzki, 1990) geht es bei Bildungsprozessen insbesondere um Deutungs- und Orientierungsrahmen, die einem Individuum einen Zugang zum eigenen Selbst (Selbstsicht) und zur umgebenen Welt (Weltsicht) sowie damit verbunden zu ihren Handlungsweisen bereitstellen (siehe Abschnitt 2.2.1 für detailliertere Erklärungen dazu). Dies ist anschlussfähig an die Idee der Frames als gedankliche Brillen auf die Welt, die bewusst genutzt werden können, um etwa die Welt zu interpretieren, Situationen zu bewerten und Handlungsmöglichkeiten zu identifizieren (vgl. Cukier et al., 2022). Für Datenbewusstsein bedeutet dies insbesondere, dass Schüler:innen solche Deutungs- und Orientierungsrahmen lernen, um etwa ihre eigene Rolle in diesen Interaktionssystemen zu erkennen und ihr Verhalten zu reflektieren (Selbstsicht) sowie um einen Zugang zu diesen Interaktionssystemen und etwa der Rolle von Daten zu haben (Weltsicht), mit denen sie Interaktionssysteme mit ddA verstehen und reflektieren sowie eine Handlungsfähigkeit entwickeln können. Diese Deutungs- und Orientierungsrahmen wurden zuvor bereits mit dem Begriff Bewusstsein verknüpft, der einen Bezug zum Ausrichten der Aufmerksamkeit auf etwas herstellt (siehe Abschnitt 2.7). Bei Datenbewusstsein geht es darum, die Aufmerksamkeit auf die eigene Rolle (Selbstsicht) sowie auf die ddA und insbesondere die Rolle von Daten (Weltsicht) zu richten. Dies hängt schließlich mit den Deutungs- und Orientierungsrahmen zusammen, die ein Individuum erlernt hat. In diesem Zusammenhang wird das Erwerben solcher Selbst- und Weltsichten als Transformation bezeichnet, wobei diese Rahmungen auch eine Entwicklung und Flexibilisierung von Handlungsweisen oder auch Gewohnheiten mit sich bringt (vgl. Marotzki, 1990). Das heißt, dass sich das Individuum in alltäglichen Interaktionen mit ddA an verschiedenen Rahmungen beziehungsweise Sichten bedienen und sich davon ausgehend mit einem ddA auseinandersetzen kann.

Zusammenfassend soll das Konzept Datenbewusstsein also ausgehend von Zielen infor-

matischer Allgemeinbildung Deutungs- und Orientierungsrahmen (oder auch Frames) als Perspektive auf die datengetriebene Welt bereitstellen, die Schüler:innen dabei unterstützen sollen, ihre Aufmerksamkeit auf relevante Aspekte der Interaktionssysteme mit ddA zu richten (z.B. ihre eigene Rolle sowie die der Daten). Solche Rahmen bieten eine Grundlage für die Entwicklung einer informierten und reflektierten Handlungsfähigkeit (siehe auch: Cukier et al., 2022; Marotzki, 1990) und für Selbstbestimmung, Mitbestimmung und Solidarität (siehe auch: Klafki, 2007). Ausgehend von der vorherigen Charakterisierung der Interaktionssysteme mit ddA (siehe Abschnitt 4.2) wurde für Datenbewusstsein in diesem Vorhaben ein solcher Deutungs- und Orientierungsrahmen erarbeitet, den Schüler:innen im Informatikunterricht lernen sollen. Im Verlauf des Vorhabens wurde dies als Ansatz zum Lernen eines Erklärmodells ausdifferenziert (siehe Abschnitt 4.4). Dadurch sollen sie, etwa für die Auseinandersetzung mit diesen Interaktionssystemen, einen konkreten Zugang zu den Interaktionssystemen mit ddA aus ihrem Alltag kennenlernen. Dies soll dazu beitragen, dass Schüler:innen eine selbstbestimmte, mündige und verantwortungsvolle Handlungsfähigkeit in diesen Interaktionen entwickeln und sich somit schließlich kompetent in einer datengetriebenen Welt bewegen können.

Diese Zielausrichtung des Konzepts führt somit zu folgendem Verständnis von Datenbewusstsein:

Datenbewusstsein ist als Zugang zur datengetriebenen Welt zu verstehen und beschreibt, die eigene Rolle in Interaktionssystemen mit ddA sowie die Rolle von Daten in diesen Interaktionssystemen wahrnehmen, verstehen und reflektieren zu können. Damit soll Datenbewusstsein zu einer selbstbestimmten, mündigen und verantwortungsvollen Handlungsfähigkeit in einer datengetriebenen Welt beitragen.

Die Formulierungsweise des Zugangs zur datengetriebenen Welt soll an die Idee der Deutungs- und Orientierungsrahmen aus dem Bildungsverständnis sowie an den Bewusstseinsbegriff anknüpfen. Mit der „eigenen Rolle“ und der „Rolle von Daten“ in Interaktionssystemen mit ddA wird in erster Linie ein Bezug zu den Konzepten von Selbst- und Weltverhältnis hergestellt. Die eigene Rolle der Individuen in diesen Interaktionssystemen knüpft an die Perspektive aus dem HIS-Rahmen an. Dort wurde unter anderem die Rolle des Menschen auf Kontinua (z.B. zwischen Nutzen und Entwickeln) bezogen. Dies könnte etwa eine möglichst selbstbestimmte und informierte Rolle in alltäglichen Interaktionen mit ddA bedeuten oder ein aktives Mitwirken beim Gestalten der datengetriebenen Welt umfassen. Zudem umfasst dies das Einnehmen von informierten Positionen über ddA und Datenpraktiken sowie die Teilhabe an Diskursen über die Rolle von ddA und beispielsweise der Frage, in welcher Welt wir leben wollen, was etwa auch ein kritisches Hinterfragen der ddA und Datenpraktiken umfasst. Insbesondere die Rolle von Daten kann sich dabei auf verschiedenste Perspektiven beziehen, sodass sich die Frage stellt, welche konkreten Perspektiven im Sinne der Deutungs- und Orientierungsrahmen mit dem Konzept Datenbewusstsein vermittelt werden sollen. Im vorherigen Abschnitt 4.2 wurde die Rolle von Daten in diesen Interaktionssystemen mit ddA charakterisiert. Dabei sind für die Erhebung und Verarbeitung von persönlichen Daten in diesen Interaktionssystemen verschiedene zentrale Konzepte erarbeitet worden: Die explizite und implizite Datenerhebung, die Konstruktion von Datenmodellen und die zugrunde liegenden primären und sekundären Zwecken. Dabei wurde eine interaktionsgeprägte Sichtweise eingenommen, sodass

diese Perspektive auf die Rolle von Daten und die entsprechenden Konzepte ebenfalls ein Zugang zu dem Wechselwirkungsverhältnis zwischen Mensch und ddA bietet. Diese Perspektive auf die Interaktionssysteme mit ddA führt zu einem Erklärmodell, das als Teil des didaktischen Ansatzes für Datenbewusstsein beschrieben wird (siehe Abschnitt 4.4). Als übergeordnetes Ziel wird ein Beitrag zur Förderung einer selbstbestimmten, mündigen und verantwortungsvollen Handlungsfähigkeit in einer datengetriebenen Welt anvisiert, wobei dies als Anknüpfung an ein allgemeinbildendes Verständnis von Informatikunterricht zu interpretieren ist.

In diesen Zielsetzungen ist eine Mehrschichtigkeit zu finden, auf die kurz hingewiesen werden sollte. Zunächst geht es um die eigenen Interaktionen der Schüler:innen mit ddA in ihrem Alltag, in denen sie die zuvor beschriebenen Rollen einnehmen können sollen. Das umfasst unter anderem, dass sich die Schüler:innen mit diesen Interaktionssystemen und den ddA auseinandersetzen, diese verstehen und reflektieren. Dies kann langfristig auch dazu beitragen, dass sie sich mit diesen Technologien beschäftigen und mehr darüber herausfinden wollen, wie diese funktionieren, worauf auch Wünsche der Um- und Mitgestaltung solcher Technologien oder auch die Umsetzung eigener Ideen für datengetriebene Systeme folgen können. Diese langfristigen Ziele sind Teil von Datenbewusstsein, auch wenn in dieser Arbeit zunächst die ersten Zielsetzungen fokussiert werden und etwa die eigene Entwicklung von ddA vorerst in den Zyklen nicht im Fokus steht.

Aufbauend auf der beschriebenen Ausrichtung und Zielsetzung von Datenbewusstsein wurden im Verlauf des Vorhabens mehrere Theorieelemente als Teil der theoretischen Konzeption weiter ausdifferenziert. Dabei haben neben der Erschließung des Kontexts insbesondere auch die empirischen Zyklen beigetragen (siehe Vorgehensmodell in Abbildung 3.1). So werden in den nächsten Abschnitten folgende Aspekte weiter ausgeführt und diskutiert:

1. **Halt-Stopp-Moment** (siehe Abschnitt 4.3.2): Als Auslöser für einen Fokuswechsel beschreibt der Halt-Stopp-Moment ein Absehen von den eigentlichen Handlungszielen und Unterbrechen der Interaktion mit einem ddA, um schließlich den Fokus im Hinblick auf die Auseinandersetzung mit ddA zu verschieben.
2. **Fokuswechsel** (siehe Abschnitt 4.3.3): Anknüpfend an einen Halt-Stopp-Moment kann das Individuum in Orientierung an die Wahl von Deutungs- und Orientierungsrahmen die eigene Aufmerksamkeit verschieben, etwa bezogen auf die eigene Rolle und die Rolle von Daten in einem Interaktionssystem mit einem ddA.
3. **Auseinandersetzung mit Interaktionssystemen mit ddA** (siehe Abschnitt 4.3.4): Durch die aktive Auseinandersetzung mit Interaktionssystemen mit ddA, etwa im Hinblick auf die eigene Rolle und die Rolle von Daten, sollen Schüler:innen diese Interaktionssysteme verstehen und reflektieren können. Dies wird als Voraussetzung zur Entwicklung einer Handlungsfähigkeit verstanden.
4. **Handlungsfähigkeit** (siehe Abschnitt 4.3.5): Das anvisierte Ziel von Datenbewusstsein ist eine selbstbestimmte, mündige und verantwortungsvolle Handlungsfähigkeit, die insbesondere auf ein Verstehen und Reflektieren von Interaktionssystemen mit ddA aufbaut.

4.3.2 Halt-Stopp-Moment als Auslöser für einen Fokuswechsel

Zuvor wurde dieses erste theoretische Element des Halt-Stopp-Moments bereits aufgegriffen. Dieses Konzept des sogenannten **Halt-Stopp-Moments** soll nun in diesem Abschnitt näher diskutiert werden. Als grundlegende Idee beschreibt ein Halt-Stopp-Moment eine situative Haltung eines Individuums in einem Interaktionssystem mit einem ddA, die bisherige Interaktion zu unterbrechen und andere Handlungsziele zu verfolgen. Es geht dabei also um Situationen, in denen das Individuum die vorherigen Handlungsziele, Verhaltens- und Denkweisen verändert. Dies wird im Folgenden konkretisiert.

Individuen, die mit ddA interagieren, können im Rahmen der Interaktion verschiedene Rollen einnehmen. Exemplarisch beschreiben die zuvor diskutierten Kontinua zwischen Nutzung und Entwicklung solche Rollen (z.B. jene von: Fischer & Giaccardi, 2006; Rushkoff, 2010) (siehe auch die Diskussion dazu in Abschnitt 2.3.1). In alltäglichen Interaktionen mit ddA sind Schüler:innen oft in Rollen der Nutzung und seltener in der Entwicklung von ddA. Zum Beispiel könnten sie eine Suchmaschine nutzen, um Informationen zu finden; Fragen sind dabei vermutlich oft eher darauf bezogen, welcher Suchbegriff passt, welche Suchergebnisse relevant sind und so weiter, aber weniger, welche Daten das Klicken auf den Suchergebnislink erzeugt. Selbst in diesen typischen alltäglichen Rollen der Nutzung machen Schüler:innen bereits Erfahrungen und bilden Vorstellungen oder auch Fehlvorstellungen darüber, wie die digitalen Technologien funktionieren könnten, so auch bei ddA oder KI-Anwendungen (z.B. Bucher, 2017; Mertala & Fagerlund, 2024; Mertala et al., 2022; Mühling & Große-Bölting, 2023).

Es stellt sich aber die Frage, wie erreicht werden kann, dass Schüler:innen ddA nicht „nur“ nutzen, sondern sich in eine aktive und bewusste Auseinandersetzung mit den ddA begeben und die Funktionsweise hinterfragen, wie etwa bezogen auf die Rolle von Daten in den Interaktionssystemen. Für Datenbewusstsein kann es durchaus interessant sein, an die alltäglichen Erfahrungen und Perspektiven der Schüler:innen aus solchen alltäglichen Interaktionen mit ddA anzuknüpfen, um etwa die Anwendung des Gelernten in diesen Situationen zu unterstützen. Das soll aber nicht heißen, dass es bei Datenbewusstsein um die Nutzung eines ddA geht. Im Gegenteil soll es anknüpfend an die vorherigen Zielsetzungen informierte und reflektierte Rollen sowie darauf aufbauend gestaltende Rollen unterstützen.

Damit sich Schüler:innen im Alltag mit den ddA auseinandersetzen, müssen sie von ihren eigentlichen Handlungszielen in der Situation absehen. Das heißt zum Beispiel bei der Suchmaschine, das Suchen von Informationen zu unterbrechen und sich beispielsweise mit den Datenpraktiken, die mit dem Anklicken des Suchergebnislinks zusammenhängen, zu beschäftigen. So stellt sich jedoch die Frage, wie dies bewirkt werden kann, insbesondere angesichts dessen, dass Nutzende in den meisten alltäglichen Situationen andere Gewohnheiten haben als über die Rolle der Daten in diesen Interaktionen oder über die technische Funktionsweise des ddA nachzudenken.

Im Bildungsverständnis von Marotzki (1990) (siehe auch: Jörisen & Marotzki, 2009) wurden Gewohnheiten diskutiert (siehe auch Abschnitt 2.2.1 für detailliertere Erläuterungen dazu). Dort werden anknüpfend an das Lernebenenmodell von Bateson (1972) unter anderem zwei Bildungsebenen beschrieben. In Bildung 1 geht es insbesondere um die Möglichkeit zwischen verschiedenen Weltansichten zu wählen und somit auch die bewusste Wahl von Verhaltensweisen und gegebenenfalls das Austauschen von Gewohnheiten (Jörisen & Marotzki, 2009). In Bildung 2 wird dies dann auf Selbstansichten erweitert, was

4.3 THEORETISCHE KONZEPTION UND ZIELSETZUNGEN VON DATENBEWUSSTSEIN

dann unter anderem auch das Lernen, andere Gewohnheiten zu entwickeln, umfasst (Jörissen & Marotzki, 2009). So diskutieren Jörissen und Marotzki (2009) für jene alltäglichen Gewohnheiten:

„Wenn ich meine kontextspezifischen Verhaltensmuster ändern will, habe ich aufgrund der *Gewohnheiten* einen gewissen Widerstand zu überwinden – und zwar deshalb, weil die alten Muster ja nicht unbedingt falsch waren, weil sie möglicherweise lange Zeit ein brauchbares Instrumentarium darstellten, die Welt zu verstehen. Gewohnheiten sind Präferenzen der Wahl innerhalb einer Menge von Alternativen – wir machen oder sehen etwas eben so *und nicht* anders, auch wenn wir das vielleicht könnten. Gewohnheiten sind insofern verhaltensstabilisierende Annahmen, die, wenn sie einmal etabliert sind, zunehmend unbewusst werden und dadurch ein rigides Steuerungspotenzial entfalten.“ (Jörissen & Marotzki, 2009, S. 24, Hervorhebungen im Original)

Wir bilden also im Alltag Gewohnheiten aus, die somit auch mit Präferenzen unserer Welt- und Selbstsichten zusammenhängen, also den Deutungs- und Orientierungsrahmen, die wir nutzen. Wenn nun während der Interaktion mit einem ddA dahingehend eine Änderung stattfinden soll, also andere Rahmen und Verhaltensweisen gewählt werden sollen, so ist unter Umständen eine gewisse Hürde zu überwinden, von den eigentlichen Handlungszielen der Nutzung des ddA abzusehen beziehungsweise die Interaktion womöglich zu unterbrechen; mit anderen Worten, die eigentlichen Handlungsweisen in den Interaktionen zu hinterfragen oder zu reflektieren. Die Idee, ständig eine hohe Flexibilität hinsichtlich der Gewohnheiten zu haben, stößt auch nach Jörissen und Marotzki (2009) an die Grenzen der Machbarkeit im Alltag. Dies beschreibt eine zentrale Idee des Halt-Stopp-Moments, bei dem absichtlich von den eigentlichen Handlungszielen abgesehen wird und stattdessen die Perspektiven von Datenbewusstsein genutzt werden: Diese Verschiebung der Aufmerksamkeit kann vermutlich nicht in allen alltäglichen Situationen stattfinden, sondern ist eine aktive Auseinandersetzung, die in ausgewählten Situationen erfolgt. Durch diese Auseinandersetzungsprozesse werden allerdings auch Erfahrungen gesammelt, wie die für Datenbewusstsein gelernten Konzepte angewendet werden können, worauf das Individuum in anderen Situationen wieder zurückgreifen kann. Des Weiteren sollte berücksichtigt bleiben, dass es in der Regel auch Gründe für die Nutzung des ddA gibt und somit häufig auch relevante Handlungsziele existieren, die eine ausführliche Auseinandersetzung etwa mit den Datenpraktiken in der jeweiligen Situation erschwert.

Bezüglich der Situationen, in denen Schüler:innen mit ddA interagieren, ist nach dem Stand der Forschung aus Abschnitt 2.6 (z.B. wenig Verständnis über die Datenpraktiken, Privacy Paradox, Wahrgenommene Handlungsunfähigkeit und Resignation) davon auszugehen, dass Schüler:innen diese ddA eher nur nutzen wollen und passive Rollen einnehmen. Datenbewusstsein zielt allerdings nach den vorherigen Zielsetzungen auf eine bewusste Interaktion mit dem ddA ab, bei der die Rolle von Daten und die eigene Rolle in diesen Interaktionssystemen wahrgenommen, verstanden und reflektiert wird. Es stellt sich aber die Frage, wie der Halt-Stopp-Moment erfolgt und in welchen Situationen dieser stattfindet, bevor etwa eine Auseinandersetzung mit der Rolle der Daten erfolgt, da Schüler:innen in diesen Situationen in der Regel andere Handlungsziele haben (siehe Beispiele zuvor).

Der theoretische Diskurs über Privatsphäre und die empirischen Ergebnisse aus verschiedenen Studien dazu zeigen auf, dass Privatsphäre im jeweiligen Kontext zu betrachten

ist und die Erhebung persönlicher Daten von den Personen oft kontextspezifisch bewertet wird (siehe Abschnitt 2.6.2). So argumentiert etwa Nissenbaum (2004) für die Abhängigkeit der spezifischen Kontexte und deren Normen bei der Betrachtung von Privatsphäre (siehe ähnliche Argumente auch bei: Vedder, 2011). Als Beispiel dafür kann etwa die Bereitstellung von Gesundheitsdaten angesehen werden, die für medizinische Kontexte (z.B. Hausarzt) meist anders bewertet werden, als wenn ein Technologieunternehmen hinter einem sozialen Netzwerk diese Daten erheben möchten. Hier spielt auch die Frage eine Rolle, ob es sich um institutionelle oder kommerzielle Kontexte handelt (siehe z.B.: Stoi-lova et al., 2020). Das heißt mit anderen Worten, dass die Bedeutung der Daten und ein potenzieller Eingriff in die eigene Privatsphäre im Kontext betrachtet und bewertet wird. Bezogen auf Datenbewusstsein bezieht sich dies auf ddA und deren Kontext (siehe Abbildung 4.4) und insbesondere die konkreten Interaktionssysteme, die in Abhängigkeit zur Situation und etwa den beteiligten Akteuren zu betrachten sind. Auch das soziale Umfeld des Individuums spielt dabei eine Rolle und sollte nicht unberücksichtigt bleiben (vgl. Marwick & Boyd, 2014). Weiterhin zeigten Studien, dass die Haltungen und Handlungsentscheidungen der Nutzenden von den konkreten Daten und den Zwecken der Datenverarbeitung abhängen (z.B. Dowthwaite et al., 2020; Leon et al., 2013). Die Frage, ob in einer konkreten Situation über das Interaktionssystem aus einer datenbewussten Perspektive nachgedacht werden soll, hängt auch von anderen Kontextfaktoren ab. Erwähnt seien an dieser Stelle beispielsweise das Vertrauen des Nutzenden in die beteiligten Akteure in Bezug zum ddA (siehe Abbildung 4.4 für Akteure im Kontext von ddA).

Es ist also davon auszugehen, dass das Auseinandersetzen mit der Rolle von Daten in einem solchen Interaktionssystem von einer subjektiven Einschätzung abhängen kann, ob das Individuum dies in der jeweiligen Situation als bedeutsam oder wichtig erachtet. Dies spiegelt eine wesentliche Idee des Halt-Stopp-Moments wider, der somit als ein situatives Ereignis zu verstehen ist. In einem spezifischen Interaktionssystem kann ein Individuum eine Bedeutsamkeit darin erkennen, sich beispielsweise mit der Rolle der Daten zu beschäftigen, also die Aufmerksamkeit zu verschieben (siehe Fokuswechsel) und demnach von dem eigentlichen Handlungsziel – zumindest vorübergehend – abzusehen. Das hebt außerdem hervor, dass Datenbewusstsein eben nicht als unterbewusstes Gefühl oder als Vorstellung zu verstehen ist, dass Daten irgendeine Rolle im Alltag spielen, sondern vor allem eine aktive Auseinandersetzung mit den ddA beschreibt, bei dem Verstehen und Reflektieren als weitere Schritte folgen, um schließlich eine Handlungsfähigkeit zu entwickeln. An dieser Stelle kann eine weitere Beobachtung festgehalten werden: Wenn Datenbewusstsein in dieser Art verstanden wird und Situationen wie einen Halt-Stopp-Moment umfasst, dann sind Erfahrungen und Verständnis zur Rolle von Daten und etwa Datenoperationen nötig, um die Notwendigkeit zu erkennen, in einer spezifischen Situation in einen Halt-Stopp-Moment einzutreten. Denn wenn ein Individuum beispielsweise kein Verständnis darüber hat, dass persönliche Daten erhoben werden, ist fraglich, ob das Individuum sich etwa die Frage stellt, welche Implikationen das haben könnte und was das für den weiteren Interaktionsverlauf bedeutet. Weiteres zu dieser Rolle des Verständnisses wird im nachfolgenden Abschnitt 4.3.4 diskutiert.

Dafür stellt sich die Frage, was konkret Auslöser für eine solche Neuausrichtung der aktuellen Aufmerksamkeit und der Handlungen des Individuums sind. Entscheidungen, persönliche Daten bei der alltäglichen Nutzung von digitalen Anwendungen bereitzustellen, können etwa auf einem Bauchgefühl oder auch Unbehagen basieren (z.B. Seberger

et al., 2021), was ein Beispiel für einen solchen Auslöser sein könnte, sich mit den Datenpraktiken in der jeweiligen Situation zu beschäftigen. Ein solches Komfortlevel persönliche Daten bereitzustellen oder der Erhebung persönlicher Daten zuzustimmen (z.B. bei einer Suchmaschine) hängt zudem von den Daten oder den Zwecken ab, wird aber auch von dem Vertrauen in die Akteure im Kontext des ddA beeinflusst (vgl. Bilogrevic & Ortlieb, 2016; Dowthwaite et al., 2020; Gerdon, 2024). So könnte beispielsweise auch ein Misstrauen in die Akteure (z.B. kommerzielle Anbieter) ein Grund für einen Halt-Stopp-Moment sein, wie etwa wenn nach persönlichen Daten gefragt wird oder eine Einwilligung zur Datenerhebung angefragt wird. Etwas allgemeiner könnten jegliche Erfahrungen mit ddA als Auslöser für einen Halt-Stopp-Moment fungieren, wenn sich das System etwa anders verhält als der Nutzende erwartet (siehe auch: Bucher, 2017; Swart, 2021). Neben der eigenen Einschätzung einer Situation oder des Nutzens eines grundlegenden Verständnisses über Systemgestaltungen (z.B. erfordert eine Personalisierung persönlichen Daten), sollte kurz erwähnt werden, dass etwa aus der Perspektive der Gestaltung der Benutzungsoberfläche auch denkbar wäre, mithilfe entsprechender Design-Elemente Hinweise zur Erhebung persönlicher Daten (z.B. Privacy Nudges) oder etwa zur Personalisierung zu geben, die einen Anlass für einen Halt-Stopp-Moment geben könnten.

Neben den verschiedenen kontextuellen Faktoren für den Halt-Stopp-Moment kann anknüpfend an den Diskurs zum Bildungsverständnis und zur Privatsphäre eine weitere Beobachtung gemacht werden: Ein Halt-Stopp-Moment beschreibt gerade, dass diese Veränderung im Verhalten und den Handlungszielen nicht in jeder Situation geht und auch nicht gehen muss. Alles andere wäre vermutlich auch eine zu große kognitive Belastung und stößt an die Grenzen der Machbarkeit (siehe z.B.: Jörissen & Marotzki, 2009; Seberger et al., 2021). Dabei sollte berücksichtigt werden, dass es zunächst darum geht, vom Handlungsziel abzusehen und sich mit den verschiedenen Perspektiven zur Rolle von Daten und eigenen Rolle auseinanderzusetzen, was eine Veränderung im Verhalten darstellt. Dies kann auch zu anderem Verhalten im weiteren Interaktionsverlauf führen, beispielsweise wenn das Individuum sich wegen der Datenpraktiken für andere Aktionen entscheidet; es muss aber nicht zwangsläufig eine wesentliche Veränderung des Verhaltens mit sich führen. Der Halt-Stopp-Moment ist also nicht zwangsläufig daran gekoppelt, welche Gestaltungsmöglichkeiten bei dem konkreten Interaktionssystem überhaupt möglich sind; auch in solchen Situationen mit vermeintlich wenig Entscheidungsmöglichkeiten (z.B. wenn bestimmte Daten technisch notwendigerweise verwendet werden müssen) kann eine Beschäftigung damit sinnvoll sein, allein schon um darüber informiert zu sein und Intransparenzen zu verringern.

Der Halt-Stopp-Moment soll also zusammenfassend aufgreifen, dass vermutlich nicht in jeder alltäglichen Situation ein Fokuswechsel stattfinden kann. Mit diesem Aspekt soll somit hervorgehoben werden, dass es eine situative Entscheidung ist, sich mit der Rolle der Daten sowie der eigenen Rolle in einer solchen Interaktion mit ddA zu beschäftigen. Diese situativen Entscheidungen beschreiben ein *Stoppen* der bisherigen Interaktion und damit ein (vorübergehendes) Absehen von den eigentlichen Handlungszielen. Damit wird die grundlegende Idee in die Konzeption von Datenbewusstsein eingebunden, dass Schüler:innen die Interaktionsverläufe unterbrechen und die weitere Interaktion aktiv (mit-)gestalten. Dies führt dann zu dem Fokuswechsel als nächstes Element der theoretischen Konzeption.

4.3.3 Fokuswechsel mithilfe Deutungs- und Orientierungsrahmen

Wie bereits beim Halt-Stopp-Moment beschrieben, wird mit Datenbewusstsein ein Perspektivwechsel in alltäglichen Situationen angestrebt. Dieser wird hier in Anlehnung an den Bewusstseinsbegriff als **Fokuswechsel** bezeichnet.

Dessen Idee soll zunächst an dem vorherigen Beispiel der Suchmaschine verdeutlicht werden. Bei der Nutzung der Suchmaschine wird ein Suchbegriff eingegeben, Suchergebnisse abgefragt und diese anschließend durchgeschaut und gegebenenfalls Suchergebnisse angeklickt. Wenn der Nutzende in dieser Situation sich nun mit der Rolle der Daten beschäftigt und die eigene Rolle in diesem Interaktionssystem reflektiert, dann wurde die Perspektive von der Nutzung hin zu einer Betrachtung und Reflexion der eigenen Rolle und der Rolle der Daten im Sinne Datenbewusstseins gewechselt.

Dieser Perspektivwechsel beschreibt eine Verschiebung der Aufmerksamkeit in der Situation. Im Abschnitt 2.7 wurde ein Verständnis von Bewusstsein und Aufmerksamkeit erläutert. Als Voraussetzung für die Handlungsplanung und -kontrolle eines Individuums spielt die Aufmerksamkeit eine Rolle, durch die eine Selektion zur Wahrnehmung relevanter Informationen stattfindet (vgl. Becker-Carus & Wendt, 2017a; Hagendorf et al., 2011). Die Ausrichtung der Aufmerksamkeit ist dann relevant für das Bewusstsein (vgl. Kiefer, 2024), dabei gibt es verschiedene Formen von Bewusstsein. Eine davon ist etwa das Zugriffsbewusstsein, womit die Nutzung von mentale Repräsentationen eines Inhalts beschrieben werden, etwa sich damit zu beschäftigen, bestimmte Handlungen zu steuern oder Schlussfolgerungen zu ziehen (Block, 1995). Diese Bewusstseinsform hängt insbesondere mit intentional gerichteten Handlungen zusammen und weniger mit Gewohnheitshandlungen (vgl. Kiefer, 2024). Sich nun also aktiv mit den verschiedenen Aspekten in den Interaktionssystemen mit ddA zu beschäftigen, diese wahrzunehmen, zu verstehen und zu reflektieren, erfordert eine willentliche und absichtliche die Ausrichtung der eigenen Aufmerksamkeit auf diese Prozesse (vgl. Becker-Carus & Wendt, 2017a; Hagendorf et al., 2011).

Eine weitere Perspektive auf den Fokuswechsel liefert die Theorie der dualen Natur digitaler Artefakte, wie sie im HIS-Rahmen integriert wird (siehe Abschnitt 2.3.1). Die dort beschriebenen Architektur- und Relevanzperspektiven lassen sich in dem vorherigen Beispiel der Suchmaschine wiederfinden. Die vorherige Betrachtung der Suchmaschine (z.B. wofür sie genutzt werden kann) bezieht sich eher auf die Relevanzperspektive. Die Auseinandersetzung mit der Funktionsweise des ddA und der Datenpraktiken bezieht die Architekturperspektive deutlich stärker mit ein. Das bedeutet, dieser Fokuswechsel und damit die Ausrichtung der Aufmerksamkeit auf die Rolle von Daten betrifft auch eine Veränderung hinsichtlich dieser Architektur- und Relevanzperspektiven; etwa von einem Fokus auf die Nutzung des ddA hin zur Betrachtung des ddA aus beiden dualen Perspektiven.

Die Ausrichtung der Aufmerksamkeit und Nutzung verschiedener Perspektiven erinnert zudem an die zuvor beschriebene Idee der Frames. So argumentieren Cukier et al., dass die Wahl der Frames meistens unterbewusst erfolgt, wir allerdings auch „bewusst innehalten und uns fragen [können], welchen Frame wir gerade wie verwenden und ob dieser den Umständen noch angemessen ist, um ihn gegebenenfalls durch einen passenden zu ersetzen“ (Cukier et al., 2022, S. 13). Das heißt, der Fokuswechsel kann als die

bewusste Wahl eines anderen Frames verstanden werden, demzufolge das Individuum die Aufmerksamkeit auf andere Aspekte des ddA richtet. Ein solcher Frame ist gerade der durch das Konzept Datenbewusstsein bereitgestellte Deutungs- und Orientierungsrahmen für ddA – das sogenannte Erklärmodell.

Beim Theorieelement des Fokuswechsels für Datenbewusstsein geht es also um die Ausrichtung der Aufmerksamkeit auf relevante Aspekte im Interaktionssystem, was die Grundlage der Auseinandersetzung mit diesen Aspekten beschreibt. Zum Beispiel geht es dabei darum, eine Vorstellung der Rolle von Daten in diesen Interaktionen zu entwickeln, über deren Einfluss auf die Interaktion nachzudenken und die eigene Rolle in diesen Interaktionssystemen zu reflektieren. Wichtige Perspektiven dafür geben die Ideen der Selbst- und Weltsicht, die zwei Betrachtungsweisen für diese Interaktionssysteme vorgeben: (1) Die eigene Rolle in diesen Interaktionen, was etwa auch Fragen umfasst, welche Rolle das Individuum einnehmen möchte (z.B. im Hinblick auf gestaltend und selbstbestimmt auf das Interaktionssystem wirken); und (2) die Sicht auf die Umgebung, wie etwa das Interaktionssystem als Umgebung in der konkreten Situation (insb. welche Rolle Daten in diesen Situationen spielen und was das für das Verhalten des ddA bedeutet). Wie später in Abschnitt 4.4 erläutert wird, verfolgt der Konzept Datenbewusstsein den Ansatz, dass die Schüler:innen ein Erklärmodell lernen, das ihnen insbesondere für diesen Schritt des Perspektivwechsels entsprechende Perspektiven liefert, die wie eine Art Hilfsmittel in diesen Situationen dienen.

Zusammenfassend beschreibt dieses Theorieelement im Wesentlichen in Anlehnung an Deutungs- und Orientierungsrahmen sowie den Bewusstseinsbegriff die Idee, der von eigentlichen Handlungszielen abzusehen und stattdessen die gezielte Betrachtung dieser Interaktionssysteme aus einer anderen Perspektive vorzunehmen, etwa mit einem Fokus auf die Rolle der Daten darin. Dies beschreibt also einen Wechsel der Perspektive. Als Metapher kann hierfür die Idee des Wechsels einer Brille verwendet werden, die eine andere Perspektive auf die Welt ermöglicht. Womit die Schüler:innen sich dann beschäftigen und wozu dies führen soll, ist Teil des nächsten Theorieelements.

4.3.4 Auseinandersetzung mit Interaktionssystemen mit ddA: Verstehen und Reflektieren

Zuvor wurde bereits angesprochen und in der Definition von Datenbewusstsein verankert, dass für Datenbewusstsein **Verstehen** und **Reflektieren** eine Rolle spielen. Ausgehend von einem Fokuswechsel soll eine aktive **Auseinandersetzung** mit ddA stattfinden, die dazu beiträgt, dass Schüler:innen das ddA und die Rolle von Daten verstehen und reflektieren kann, um schließlich eine Handlungsfähigkeit zu entwickeln. In diesem Abschnitt soll daher näher beleuchtet werden, inwiefern dies mit Datenbewusstsein zusammenhängt, wobei unter anderem auch die Idee verschiedener Komplexitätsebenen für Datenbewusstsein skizziert wird.

Zunächst soll eine Positionierung zur Inhaltlichkeit stattfinden, um zu konkretisieren und einzuordnen, was Schüler:innen verstehen sollen, wenn sie beispielsweise ihren Fokus gewechselt haben; es ist also zu beantworten, worauf sie ihren Fokus richten und womit sie sich auseinandersetzen sollen – also was sie *verstehen* sollen. An dieser Stelle geht es jedoch nicht darum, konkrete Lernziele oder Kompetenzen auszudifferenzieren oder aufzulisten.

Verstehen soll hier im Wesentlichen an die vorherige Charakterisierung der Interaktionssysteme mit ddA anknüpfen, deren Aspekte das darstellen, worauf Schüler:innen ihre Aufmerksamkeit ausrichten und womit sie sich auseinandersetzen und schließlich was sie verstehen sollen. Die wesentlichen Konzepte, die dabei herausgestellt wurden, sind die explizite und implizite Datenerhebung, die Konstruktion und Verwendung von Datenmodellen über Nutzende sowie die zugrunde liegenden primären und sekundären Zwecke. Diese Konzepte sind jeweils in den Interaktionen zwischen Mensch und ddA wiederzufinden. Sie bilden die Basis für das Erklärmodell für Datenbewusstsein, das die Schüler:innen in Orientierung an den didaktischen Ansatz lernen sollen (siehe Abschnitt 4.11). Eine Interpretation dieser Aspekte ermöglicht die Betrachtung der Wechselwirkung, die das gegenseitige Beeinflussen von Mensch und ddA in diesen Interaktionssystemen beschreibt (z.B. auch individuelle und gesellschaftliche Implikationen von ddA). Insbesondere im Hinblick auf diese Wechselwirkung (siehe Abschnitt 4.2.3) wird die Bedeutsamkeit eines Verständnisses über die verschiedenen Konzepte der Rolle von Daten angesichts der zuvor beschriebenen Zielsetzungen von Datenbewusstsein deutlich, um etwa selbstbestimmte Rollen in diesen Interaktionen einzunehmen.

Diese thematische Ausrichtung in Bezug auf ddA und die Rolle von Daten darin steht im Zusammenhang mit anderen Betrachtungen hinsichtlich des Lernens über datengetriebene Methoden und Daten. Zur Einordnung der thematischen Ausrichtung in Bezug auf andere Schwerpunkte im Kontext der AI Education kann die Betrachtung des SEAME Frameworks verwendet werden (Rizvi et al., 2023; Sentance & Waite, 2022) (siehe auch Abschnitt 2.5 für eine detailliertere Erklärung dessen). Es unterscheidet vier Ebenen: Engines, Models, Applications und Social and Ethical Considerations (Sentance & Waite, 2022). In Anlehnung an die vorherigen Diskussionen zur Charakterisierung der Interaktionssysteme mit ddA und der Zielsetzungen von Datenbewusstsein geht es in dieser Arbeit insbesondere um die Ebenen der Models, Applications (z.B. Anwendung von ML-Modellen zur Vorhersage von persönlichen Merkmalen für die Datenmodelle über die Nutzenden) sowie der Social and Ethical Considerations (z.B. Implikationen von ML-Anwendungen). Die Thematisierung der algorithmischen Funktionalitäten (Engines) kann für Datenbewusstsein ebenfalls interessant sein, ist allerdings nicht im Fokus dieser Arbeit. Für das Konzept Datenbewusstsein liegt der Schwerpunkt hierbei auf die Betrachtung von Interaktionssystemen mit ddA.

Das Verstehen von ddA ist somit aus Sicht des Konzepts Datenbewusstsein auf verschiedene Aspekte der Erhebung und Verarbeitung persönlicher Daten im Rahmen der Interaktionssysteme mit ddA bezogen, wobei einfache Datenoperationen (z.B. Filtern, Sortieren) und komplexe statistische Verfahren und ML-Ansätze eine Rolle spielen. Es geht also zentral um Verstehen der Erhebung und Generierung von Daten, Datenoperationen zur Verarbeitung der Daten und Konstruktion von Datenmodellen über Nutzende sowie verschiedener zugrunde liegender Zwecke für diese Datenpraktiken (siehe Abschnitt 4.2). Ebenfalls betrifft dies die Betrachtung von individuellen und gesellschaftlichen Auswirkungen von ddA.

Durch diese inhaltliche Ausrichtung hat das Konzept einen Bezug zu den verschiedenen in Abschnitt 2.5 diskutierten Literacy Ansätzen. Im Hinblick darauf gibt es zu dieser Arbeit verwandte Ansätze, die etwa einen ähnlichen Bezug zur Betrachtung der Rolle von persönlichen Daten (z.B. Pangrazio & Sefton-Green, 2020; Pangrazio & Selwyn, 2019b) oder zu der Anwendung von ML und entsprechenden datengetriebenen Praktiken im eige-

4.3 THEORETISCHE KONZEPTION UND ZIELSETZUNGEN VON DATENBEWUSSTSEIN

nen Alltag haben (z.B. I. Lee et al., 2021; Tedre et al., 2020). Dabei werden von mehreren Forschenden entsprechende Ansätze für die Schule gefordert, die einen solchen persönlichen Bezug zu Daten und ML im eigenen Alltag der Schüler:innen berücksichtigen und Schüler:innen befähigen solche datengetriebenen Praktiken und Technologien aus dem Alltag zu verstehen (z.B. Bilstrup et al., 2022; DiPaola et al., 2022; I. Lee et al., 2021; McCosker, 2017; Tedre et al., 2020). Damit werden unter anderem Herausforderungen adressiert, wie sie im Abschnitt 2.6 diskutiert wurden, und zwar etwa das mangelnde Verständnis von Schüler:innen für die Erhebung und Verarbeitung persönlicher Daten in ddA oder die Herausforderungen im Hinblick auf die Rückbindung der gelernten Konzepte aus dem Unterricht in die alltäglichen Interaktionen mit ddA.

Im Hinblick auf die Auseinandersetzung mit ddA ist an dieser Stelle darauf hinzuweisen, dass sich dies in dieser Arbeit primär auf das Untersuchen und Explorieren von ddA bezieht, wie etwa die Decoding-Perspektive im Computational Empowerment Ansatz beschreibt (siehe Abschnitt 2.4). In den verschiedenen Literacies liegt allerdings häufig der Fokus auf den Umgang mit Daten oder das Entwickeln von ddA (siehe Abschnitt 2.5), was etwa hingegen die Coding-Perspektive im Computational Empowerment Ansatz beschreibt. So sind zwar für Datenbewusstsein beispielsweise auch die statistische Auswertung von Daten, das eigene Implementieren datengetriebener Methoden oder die Entwicklung von ddA im Sinne einer breiteren Perspektive für Datenbewusstsein interessant (z.B. auch wie im Rahmen der Diskussion zur Wechselwirkung aufgezeigt; siehe Abschnitt 4.2.3); allerdings liegt dies nicht im Fokus der vorliegenden Arbeit.

Im Sinne einer gestuften Entwicklung von Datenbewusstsein könnte die Komplexität dieser Themen eine Progression von Datenbewusstsein beschreiben. Dies wird in dem nächsten Kapitel zu den Unterrichtsvorhaben aus diesem Vorhaben ebenfalls diskutiert und anhand der beiden Unterrichtsvorhaben verdeutlicht (siehe Kapitel 5). Exemplarisch könnten für Datenbewusstsein etwa zunächst einfache Datenoperationen betrachtet werden und dafür die verschiedenen Perspektiven von Datenbewusstsein eingenommen werden (u.a. Datenerhebung, Datenmodelle, Zwecke). Damit könnten bereits erste wichtige Erkenntnisse für Datenbewusstsein gewonnen werden, wie etwa das Ableiten neuer Daten aus erhobenen Daten. Anschließend können komplexere Datenverarbeitungen (z.B. mit ML) mit den Perspektiven des Konzepts thematisiert werden, um dadurch weitere Erkenntnisse zu gewinnen, wie etwa hinsichtlich der Vorhersagen zukünftigen Verhaltens mithilfe ML-Methoden. Das bedeutet, dass unterschiedliche Niveaustufen für Datenbewusstsein etwa nicht an den Perspektiven selbst orientiert wird, sondern eher an der Komplexität der Datenpraktiken bezogen auf die Architekturperspektive.

Besonders hervorzuheben ist, dass für Datenbewusstsein nicht nur ein Verständnis über Konzepte zu Daten oder ML entwickelt werden soll, diese Konzepte sollen stattdessen auch für die alltäglichen Interaktionssysteme relevant sein. Das *Verstehen* schließt also das Herstellen eines Bezugs gelernter Konzepte zu alltäglichen Situationen, sodass Schüler:innen in der Lage sein sollten, die ddA aus ihrem Alltag dahingehend zu verstehen. Dies kann beispielsweise umfassen, dass sie die Konzepte nutzen können, um die Datenpraktiken der ddA zu analysieren und die Funktionsweise dieser ddA zu erschließen. Ein separates Ziel und für Datenbewusstsein zunächst nicht zentral wäre etwa zu lernen, wie eigene ddA vollständig selbst entwickelt werden können; gleichwohl Erfahrungen zu einfachen datengetriebenen Methoden sicher hilfreich sind, die Funktionsweise von ddA aus dem Alltag zu verstehen. Aus didaktischer Sicht geht es also neben dem Wissen auch um

die Anwendung dessen auf konkrete Beispiele für ddA aus dem Alltag, die etwa hinsichtlich der verschiedenen Aspekte untersucht und bewertet werden können. Verstehen, wie es hier gemeint ist, bedeutet also nicht nur einen Bezug des Themas aus dem Unterricht zu dem Alltag herzustellen, sondern mithilfe der gelernten Konzepte aus dem Unterricht die ddA aus dem Alltag zu untersuchen und zu verstehen, um sich die Rolle der Daten zu erklären und damit über deren Implikationen für das Interaktionssystem, die Interaktion und das Individuum nachzudenken.

Das Verstehen der verschiedenen Datenpraktiken allein reicht für die Zielsetzungen von Datenbewusstsein nicht aus. Wie mit den Implikationen bereits eingeleitet, geht es auch um eine Einordnung und Interpretation der Bedeutung dieser Datenpraktiken für das Interaktionssystem. Das führt zu dem zweiten Teil dieses Theorieelements: dem **Reflektieren** der betrachteten Aspekte der Interaktionssysteme mit ddA. Zum Beispiel könnte dies ein Reflektieren der Datenmodelle und deren Wirkungen auf die Interaktion umfassen, die, wie zuvor ausführlicher diskutiert, den Interaktionsverlauf prägen und deren Verwendung weitere Implikationen für das Verhalten des Nutzenden haben können. Ein solches Reflektieren der Interaktionssysteme ist essentiell zum Erkennen der eigenen Rolle darin und der Wechselwirkungen, was schließlich erst erlaubt, eine selbstbestimmte und mündige Handlungsfähigkeit zu entwickeln.

Aus Sicht der Allgemeinbildung nach Klafki (2007) ist in dieser Hinsicht etwa das Erkennen verschiedener Positionen und das Einnehmen einer eigenen Position anzuführen, das auf jene Reflexionen aufbauen kann. Ergänzend dazu ist das Reflektieren der eigenen Sichtweisen im Sinne der Deutungs- und Orientierungsrahmen wesentlicher Teil der Transformation von Selbst- und Weltverhältnissen in Bildungsprozessen (siehe: Jörissen & Marotzki, 2009; Marotzki, 1990). Vorab ist also festzuhalten, dass neben dem Verstehen von ddA als zentrale Fähigkeit für Datenbewusstsein insbesondere die Reflexion über diese Interaktionssysteme (einschließlich der eigenen Rolle darin) zentral ist; gleichwohl Verstehen der verschiedenen Aspekte der Erhebung und Verarbeitung der Daten (z.B. auch Kenntnisse über ML) notwendig dafür ist. Dieser Aspekt des Reflektierens bezogen auf die Interaktionssysteme soll nun weiter ausgeführt werden.

Ausgehend von dem Bildungsverständnis des HIS-Rahmens, werden dort Reflexionsebenen betrachtet. Mit Anknüpfung an Tiefel (2005) wird die Operationalisierung der Transformation von Selbst- und Weltsicht sowie damit verbunden von Handlungsweisen genutzt. Diese beschreiben somit für den HIS-Rahmen die Zielsetzungen: Reflektieren der Rolle des Selbsts in dem Interaktionssystem (Selbtsicht), des Interaktionssystems als Ganzes (Weltsicht) sowie der Interaktion (Handlungsweisen) (vgl. Schulte, 2022; Schulte & Budde, 2018). Der Aspekt der Handlungsweisen ist eine Erweiterung der Darstellung von Marotzki (1990), die auf der Operationalisierung von Tiefel (2005) beruht, die Welt- und Selbstverhältnisse von Marotzki (1990) durch die Dimension der Handlungsweisen ergänzt hat, während diese als Gewohnheiten bei Marotzki (1990) in den Bildungsebenen (Bildung 1 und Bildung 2) in den Transformationen von Welt- und Selbstverhältnissen integriert sind. Für das Reflexionsverständnis in dieser Arbeit wird die Ebene der Handlungsweisen allerdings etwas adaptiert, wobei die Perspektiven von Selbtsicht und Weltsicht aus dem HIS-Rahmen weitgehend übernommen werden.

Im Hinblick auf die Selbtsicht geht es insbesondere um das Reflektieren der eigenen Rolle in diesen Systemen, wie das Individuum sich darin beispielsweise selbst sieht und welche Rolle es haben möchte. Dies ist auch mit der Weltsicht verknüpft, da bei-

4.3 THEORETISCHE KONZEPTION UND ZIELSETZUNGEN VON DATENBEWUSSTSEIN

spielsweise durch eine Reflexion über die Datenpraktiken auch über das eigene Selbst gelernt werden kann, beispielsweise bei der Auseinandersetzung mit den Datenmodellen. In Orientierung an die Reflexion über das gesamte Interaktionssystem mit ddA bezieht sich das Reflektieren im Sinne des Weltsicht für Datenbewusstsein insbesondere auf das ddA und die Rolle von Daten sowie die Bedeutung der Datenpraktiken des ddA für das Interaktionssystem. Reflektieren kann dann beispielsweise umfassen, dass erkannt wird, dass ddA auf Wertentscheidungen aufbauen (siehe auch: DiPaola et al., 2022; Schulte & Budde, 2018). Anknüpfend an I. Lee et al. (2021) betrifft dies bezogen auf das Beispiel von Empfehlungssystemen die Bedeutung des Ziels der Auswahl „relevanter“ Inhalte für Empfehlungsdienste zu diskutieren, etwa dahingehend, für wen sie relevant sein sollen. Für Anbietende wäre relevant etwa auch in kommerziellen Interessen zu denken, aus Nutzendensperspektive wäre hingegen die Wertdeutung eventuell eine andere. Schüler:innen sollten solche Wertentscheidungen erkennen und reflektieren, um etwa eine Position zu den Datenpraktiken einzunehmen (z.B. gegen die Art der Personalisierung). Solche Werte und Intentionen finden sich unter anderem auch in den diskutierten primären und sekundären Zwecken, die den Datenpraktiken zugrunde liegen und so auch als Teil der Entscheidungen der Akteure im sozio-technischen Kontext des ddA gesehen werden können.

Das Reflektieren der Interaktion wird im HIS-Rahmen im Wesentlichen auf Handlungsweisen bezogen, also Verhaltensweisen, Gewohnheiten oder Strategien (siehe auch: Jörissen & Marotzki, 2009; Tiefel, 2005). Für Datenbewusstsein könnte dies bedeuten, dass das Individuum sein Verhalten beispielsweise als besonders datensparsam wahrnimmt oder bestimmte Strategien hat, wie etwa jene, die bezüglich der Besonderheiten der Interaktion und Wechselwirkung zuvor diskutiert wurden (siehe Abschnitt 4.2.3). Konkrete Aktionen des Individuums stehen bei Handlungsweisen eher nicht im Fokus. Für Datenbewusstsein ist allerdings auch die Betrachtung konkreter Aktionen und deren Auswirkungen auf das ddA und das Interaktionssystem relevant. Zum Beispiel sollte die Doppeldeutigkeit der Aktionen des Menschen, die neben einer Anfrage auch im Sinne der Datenerhebung interpretiert werden können, reflektiert werden. Diese Wirkungsweisen konkreter Aktionen sind durchaus relevant, um eine Handlungsfähigkeit im Sinne Datenbewusstseins zu entwickeln. Daher wird das Reflektieren der Interaktion bezogen auf die Handlungsweisen in dieser Arbeit etwas weiter begriffen, sodass damit auch Reflexionen über die Bedeutung konkreter Handlungen gefasst werden können und es nicht nur auf abstraktere Gewohnheiten im Sinne der Handlungsweisen beschränkt ist, um der Entwicklung einer informierten und reflektierten Handlungsfähigkeit gerecht zu werden. Diese Reflexionsebene umfasst also – etwa in Anlehnung an den Agency Begriff (siehe Abschnitt 2.2.2) – neben dem Reflektieren von Handlungsweisen in diesen Interaktionen auch das Reflektieren konkreter Handlungsoptionen und deren Wirkungen auf das Interaktionssystem (i.S. der Wechselwirkung). Dies stellt schließlich im Sinne von Agency eine Voraussetzung für mündiges Handeln dar. Wie dies konkret mit der Handlungsfähigkeit zusammenhängt wird im nachfolgenden Abschnitt 4.3.5 ausführlicher diskutiert.

Zusammenfassend ist für Datenbewusstsein also ein Verständnis der Rolle von Daten in diesen Systemen wichtig, sowie eine Reflexion dieser Interaktionssysteme, wobei vor allem auch ein Bezug zu eigenen Erfahrungen und Perspektiven aus den alltäglichen Interaktionen mit ddA hergestellt werden soll. In dieser Betrachtungsweise umfasst Datenbewusstsein insbesondere Fähigkeiten, die Konzepte zur Datenerhebung, Datenverarbeitung und Datenmodelle auf die eigenen Interaktionssysteme zu beziehen, um schließlich

– wie in der Definition von Datenbewusstsein beschrieben – diese Aspekte in den Interaktionssystemen wahrzunehmen, zu verstehen und zu reflektieren. Darin enthalten ist auch die Auseinandersetzung mit Implikationen des ddA im Sinne der Wechselwirkung sowie die Reflexion der eigenen Rolle in diesen Interaktionssystemen.

Als wichtiges Theorieelement im Konzept Datenbewusstsein wurde in diesem Abschnitt die Auseinandersetzung mit ddA beschrieben, die zum Verstehen und Reflektieren der Interaktionssysteme mit ddA führen soll. Verstehen bezieht sich im Wesentlichen auf die Rolle der Daten in diesen Interaktionen, wohingegen Reflektieren anknüpfend an das Bildungsverständnis auf die eigene Rolle in diesen Interaktionen, die Interaktionen selbst und das gesamte Interaktionssystem bezogen ist. Mit Letzerem sollen so verschiedene Aspekte aus diesen Interaktionssystemen reflektiert werden, die zur Entwicklung einer selbstbestimmten, mündigen und verantwortungsvollen Rolle beitragen sollen. Bei diesem Theorieelement wurden bewusst die Begrifflichkeiten des Verstehens und Reflektierens gewählt, um deutlich zu machen, dass es um die entsprechenden Aktivitäten geht. Ein Verstehen umfasst so beispielsweise sich mit diesen ddA und den Datenpraktiken auseinanderzusetzen oder das Verhalten des ddA zu explorieren und analysieren. Mit Reflektieren kommt etwa hinzu, die Rolle der Daten zu bewerten, Wechselwirkungen zu begründen oder die eigene Rolle und Handlungsmöglichkeiten zu diskutieren.

4.3.5 Handlungsfähigkeit im Sinne Datenbewusstseins

Wie bereits bei den Zielen zuvor beschrieben zielt Datenbewusstsein auf einen kompetenten Umgang mit ddA ab, was – im Sinne der Bildungsorientierung – eine **selbstbestimmte, mündige und verantwortungsvolle Handlungsfähigkeit** oder auch Rolle in diesen Interaktionssystemen meint. Im Hinblick auf das Konzept der Allgemeinbildung nach Klafki (2007) können etwa die drei Grundfähigkeiten (Selbstbestimmung, Mitbestimmung, Solidarität) in einer reflektierten Handlungsfähigkeit münden (Klafki, 1998, S. 173). Bezogen auf die Vorstellung der Bildungsprozesse als Transformation von Selbst- und Weltverhältnissen, beschreiben Jörissen und Marotzki (2009), dass es auch zu einer Flexibilität und Weiterentwicklung der Gewohnheiten führt. So soll das Lernen von Deutungs- und Orientierungsrahmen zu mehr Flexibilität in den Handlungen beitragen und somit eine Handlungsfähigkeit fördern. So bildet das Ziel der Handlungsfähigkeit ein zentrales theoretisches Element von Datenbewusstsein und wird im Folgenden näher betrachtet.

Sich selbst in den Interaktionen mit ddA als handlungsfähig wahrzunehmen kann nach Blackwell (2015) herausfordernd sein, da ML-Systemen die Wahrnehmung der eigenen Handlungsfähigkeit beeinträchtigen und das Verhalten der Systeme oft schwer vorhersehbar ist. Ergänzend haben die in Abschnitt 2.6.3 diskutierten Studien aufgezeigt, dass Schüler:innen sich häufig bezüglich der Datenpraktiken als handlungsunfähig wahrnehmen und resignierte Haltungen entwickeln.

So stellt sich nun die Frage, was eine Handlungsfähigkeit in Bezug auf Interaktionssysteme mit ddA konkret meinen kann und wie sie erreicht werden kann. In der vorherigen Definition von Datenbewusstsein wird wahrnehmen, verstehen und reflektieren genannt. Diese drei Ziele sind in den vorherigen Abschnitten zu den Theorieelementen des Halt-Stopp-Moments, des Fokuswechsels und der Auseinandersetzung mit den Interaktionssystemen mit ddA bereits diskutiert worden (siehe Abschnitte 4.3.2 bis 4.3.4).

4.3 THEORETISCHE KONZEPTION UND ZIELSETZUNGEN VON DATENBEWUSSTSEIN

Zusammengefasst geht es darum, dass Schüler:innen in der Lage sind, in einer Interaktion mit einem ddA in einen Halt-Stopp-Moment einzutreten, ihre Aufmerksamkeit auf die Rolle der Daten und ihre eigene Rolle in Interaktionen mit ddA auszurichten und diese Interaktionssysteme durch die Auseinandersetzung mit den ddA zu verstehen und diese zu reflektieren. Mit anderen Worten sollen Schüler:innen zunächst etwa ddA in ihrem Alltag, die Erhebung und Verarbeitung von persönlichen Daten sowie deren Bedeutung für die Interaktionssysteme verstehen können. Diese verschiedenen Aspekte zu reflektieren erlaubt dann etwa, diese ddA und deren Implikationen zu bewerten, über ihre Interaktionen mit ddA und die Wechselwirkungen nachzudenken, darauf aufbauend entsprechende Positionen einzunehmen, Handlungsmöglichkeiten zu erkennen und eine Handlungsfähigkeit zu entwickeln.

Folgendes soll diese Idee der Handlungsfähigkeit im Sinne Datenbewusstseins veranschaulichen:

Angenommen ein Individuum interagiert mit einer Suchmaschine, die persönliche Daten erhebt und verarbeitet (z.B. Verhaltensdaten). Wenn das Individuum sich nun mit einem Fokuswechsel mit der Rolle der Daten darin beschäftigt hat und diese verstanden hat, so wurde unter anderem vielleicht erkannt, dass Datenmodelle über den Nutzenden konstruiert werden, die Einfluss auf die Personalisierung der Reihenfolge der Suchergebnisse haben. Wenn nun also beispielsweise Vorhersagen für die Präferenzen oder das Verhalten des Nutzenden möglich sind, dann könnten diese als Teil des Datenmodell beispielsweise die Reihenfolge beeinflussen. Wenn dies erkannt ist, kann die Bedeutung dessen reflektiert werden. So kann beispielsweise der Zusammenhang der eigenen Aktionen mit dem Datenmodell und somit mit dem weiteren Interaktionsverlauf ergründet werden. Mit dieser Erkenntnis könnten nun Handlungsmöglichkeiten erarbeitet werden, die die Suchmaschine als ddA beeinflussen, wie beispielsweise bestimmte Suchergebnisse nicht anzuklicken, in Einstellungen des ddA die Personalisierung einschränken oder – sofern möglich – aktiv die Funktionsweise des Systems anzupassen (siehe dazu etwa Abschnitt 4.2.3).

Dieses einfache Beispiel zeigt auf, wie aus dem Verstehen und Reflektieren dieser Interaktionssysteme ein Beitrag zu einer Handlungsfähigkeit entstehen kann. Es zeigt weiter, dass ein Verständnis über ddA und deren datengetriebene Funktionsweise wichtig ist oder sogar eine Voraussetzung dafür darstellt, eine solche Handlungsfähigkeit zu entwickeln.

Nun stellt sich die Frage, wie eine solche Handlungsfähigkeit konkret aussieht. Dies wird nachfolgend aus einer informatikdidaktischen Perspektive diskutiert; es sollte darauf hingewiesen werden, dass es keineswegs um das bloße Vermittlung von Handlungsmöglichkeiten geht. In der vorliegenden Arbeit wird die These vertreten, dass ein Verständnis über ddA (inkl. deren Datenpraktiken) notwendig ist, um eine selbstbestimmte, mündige und verantwortungsvolle Handlungsfähigkeit zu entwickeln; es geht also in dieser Arbeit immer um eine auf Verständnis und Reflexion beruhende Handlungsfähigkeit.

Anknüpfend an die Diskussion zu Allgemeinbildung beschreibt Klafki (2007) die Rolle von Schlüsselproblemen, die eine erste exemplarische Vorstellung für eine selbstbestimmte Handlungsfähigkeit aus Allgemeinbildungssicht geben kann. Dabei geht es darum, verschiedene Positionen zu erkennen, anzuerkennen, die Notwendigkeit zur Einnahme einer Position zu erkennen und eine eigene Position einzunehmen (vgl. Klafki, 2007). Ein Verständnis der Rolle von Daten in Interaktionssystemen mit ddA kann schließlich solche

Schritte zur Einnahme von Positionen zu gemeinsamen Frage- und Problemstellungen ermöglichen. Weiter noch, ist ein Verständnis über die Datenpraktiken sogar nötig, um informierte Positionen einzunehmen, was unter anderem eine Bewertung der Datenpraktiken einschließt. Schließlich erlaubt erst das Verständnis über die Prozesse deren Bewertung und das Bilden einer Meinung darüber. Ein interessanter Gedanke in dieser Hinsicht ist, das ddA in einem solchen Diskurs und in der Bewertung der Datenpraktiken zu hinterfragen und die Erkenntnis zu gewinnen, dass das ddA auch hätte anders sein können.

Etwas konkreter wird die Handlungsfähigkeit ausgehend solcher gemeinsamen Frage- und Problemstellungen mit der Diskussion über Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE), wie im Abschnitt 2.2.1 bereits aufgegriffen. Dort besteht die Idee der Handlungsfähigkeit in den Beiträgen zu globalen Problematiken durch die vermeintlich kleinen und lokalen Handlungen. Dies kann ähnlich auf Datenbewusstsein übertragen werden, etwa wenn kommerzielle ddA betrachtet werden. Ein Individuum könnte sich – bei geschlossenen Systemen vermutlich zurecht – nicht in der Lage fühlen, einen Einfluss auf das ddA beziehungsweise auf die Praktiken von Unternehmen oder die gesellschaftlichen Regulierungen zu haben, was offenbar zu den resignierten und machtlosen Haltungen führen kann, die in Abschnitt 2.6.3 diskutiert wurden. Für Datenbewusstsein können dennoch die vermeintlich kleinen und lokalen Handlungen in den individuellen Interaktionen interessante Handlungsmöglichkeiten liefern. Wie die Diskussion der Beeinflussung des ddA durch den Nutzenden im Rahmen der Wechselwirkungen (siehe Abschnitt 4.2.3) gezeigt hat, kann bereits die Wahl der Aktionen im Interaktionsverlauf eine Wirkung auf das ddA haben. Hervorzuheben ist dabei, dass im Falle der ddA bereits durch die Art der Interaktion (i.S. der Nutzung) ein Einfluss entstehen kann und das Verhalten des ddA beeinflusst werden kann, ohne dabei das digitale Artefakt selbst (bezogen auf die Softwareebene) zu verändern und zu gestalten. In Analogie zu BNE, würden diese „kleinen“ Entscheidungen und Handlungen bereits eine Form der individuellen Handlungsfähigkeit darstellen. Dazu kommen weitere Möglichkeiten im sozialen Umfeld, wie etwa die kollektive Entscheidung zur Wahl anderer ddA anknüpfend an die Diskussion zu Networked Privacy (vgl. Marwick & Boyd, 2014). Durch solche Handlungsentscheidungen können auch über die individuelle Interaktion hinaus auf einer gesellschaftlichen Betrachtungsebene eine Wirkung entstehen, wenn etwa der BNE folgend die Wirkungen der lokalen Handlungen von Individuen auf einen größeren Maßstab erweitert werden („viele individuelle Interaktionen,,). Dieser Gedanken der „lokalen“ Handlungen im Sinne einfacherer Einflussmöglichkeiten auf das ddA beziehungsweise dessen Verhalten sind insbesondere für geschlossene Systeme interessant, bei denen Gestaltungsmöglichkeiten im Vergleich zu offenen Systemen begrenzt sind. Demnach sind bereits erste Einflussmöglichkeiten durch die bewusste Interaktion beziehungsweise Wahl von Handlungsoptionen ohne Programmierkenntnisse möglich, und zwar insbesondere auch bei geschlossenen Systemen.

Die Handlungsmöglichkeiten umfassen neben dem Einfluss auf die Daten und Datenmodelle, wodurch etwa das Verhalten des ddA beeinflusst werden kann, auch ein aktives Gestalten und Verändern des digitalen Artefakts (siehe Abschnitt 4.2.3 für eine detailliertere Diskussion dazu). Zu unterscheiden wäre hierbei, was dabei konkret gestaltet wird (z.B. beeinflussen der Datenmodelle oder verändern der Software), gleichwohl beides im Falle der ddA einen Einfluss auf das Verhalten des ddA in dem Interaktionssystem haben kann. Wenn nun ein ddA auch Gestaltungen über die Einflüsse durch die Wahl der Aktionen hinaus erlauben, ergeben sich weitere Handlungsmöglichkeiten einer aktiven

Gestaltung des Systems, wie etwa Adaptieren, Konfigurieren und Programmieren des digitalen Artefakts (z.B. bezogen auf die Softwareebene im Vergleich zu einem Einfluss auf die Datenmodelle) (siehe z.B.: Fischer & Giaccardi, 2006). Die Rolle der offenen und geschlossenen Systeme wird im Rahmen der verschiedenen Rollen des Individuums in einem solchen Interaktionssystem später detaillierter diskutiert. Damit ergeben sich in diesen spezifischen Interaktionssystemen für den Nutzenden vielversprechende Einflussmöglichkeiten auf das ddA; also Handlungsmöglichkeiten das System an die eigenen Vorstellungen und Bedürfnisse anzupassen (auch wenn teilweise nur eingeschränkt möglich). Daran anknüpfend kann eine Gestaltung in diesem Sinne auch als Mitwirkung bei der Entwicklung von ddA verstanden werden, wie etwa als Ziel im Konzept des Computational Empowerment formuliert (vgl. Dindler et al., 2020) oder auch als Idee im Meta-Design Ansatz (vgl. Fischer & Giaccardi, 2006).

Das Erkennen solcher Handlungsmöglichkeiten, Einschätzen derer Wirkungen auf das ddA und das Interaktionssystem als Ganzes sowie das Durchführen dieser Möglichkeiten können als wichtige Schritte eines kompetenten Umgangs mit einem ddA beziehungsweise einer Handlungsfähigkeit verstanden werden. Dieser Gedanke führt zu der Betrachtungsweise mündigen Handelns, wozu die vorherige Diskussion der Konzepte Agency und Empowerment relevant sind (siehe Abschnitt 2.2.2). Das Agency Konzept gibt eine Perspektive auf ein mögliches Verständnis für mündiges Handeln und eine dazu entsprechende Handlungsfähigkeit. Wie in Abschnitt 2.2.2 diskutiert, beschreibt Agency (Mündigkeit) im Wesentlichen eine intentionale – also absichtliche – Handlung, durch die etwas bewirkt wird (vgl. Bandura, 2001; Giddens, 1984). Darüber hinaus umfasst Agency ein Nachdenken über Handlungsmöglichkeiten, deren Konsequenzen und das Wählen von Handlungsverläufen (vgl. Bandura, 2001) oder anders formuliert insbesondere ein Reflektieren von Handlungen und deren Wirkungen (vgl. Couldry, 2014). Das bedeutet im Kontext der Interaktionssysteme mit ddA, dass mündige Handlungen auf ein Verständnis der Interaktionssysteme (insb. hinsichtlich der Rolle von Daten), eine Vorstellung der Wirkungen von Handlungen auf den Interaktionsverlauf und ein Erkennen möglicher Interaktionsverläufe basiert. Insbesondere bei ddA, wo einzelne Aktionen des Nutzenden beispielsweise zur Datenerhebung beitragen, aus denen etwa weitere persönliche Daten abgeleitet werden können und so als Teil des Datenmodells das Verhalten des ddA in dem weiteren Interaktionsverlauf verändern und das Interaktionssystem beeinflussen, wird die Voraussetzung eines Verständnisses über diese Prozesse deutlich. Aufbauend darauf können Individuen im Sinne mündigen Handelns informierte und reflektierte Handlungsentscheidungen treffen und entsprechend handeln. Bei diesem Verständnis der Handlungsfähigkeit im Sinne des mündigen Handelns ist die Reflexivität hervorzuheben. Dies macht deutlich, dass die Handlungsfähigkeit an das vorherige Theorieelement zum Verstehen und Reflektieren anknüpft (siehe Abschnitt 4.3.4).

Insgesamt umfasst eine Handlungsfähigkeit in Orientierung an Mündigkeit also insbesondere, Handlungsoptionen zu erkennen, deren Wirkungen im Interaktionssystem zu interpretieren, Handlungsoptionen bewerten zu können und entsprechend Handlungsentscheidungen zu treffen. Diese Handlungsoptionen beziehen sich im Wesentlichen auf die Interaktionen mit ddA. Anknüpfend an die vorherigen Zielsetzungen sollen die Deutungs- und Orientierungsrahmen, die das Konzept Datenbewusstsein bereitstellt, unter anderem dabei helfen, die Interaktionen mit ddA zu verstehen und die Wirkungen der Interaktionen (bezogen auf das ddA) zu interpretieren und zu bewerten. Dies umfasst beispielsweise

die Rolle der Daten in dieser Interaktion zu erkennen und in einen Zusammenhang mit den Handlungen des Individuums zu stellen.

Ergänzend zum Konzept Agency, liefert Empowerment eine weitere Erkenntnis hinsichtlich der Rolle des Menschen in den Interaktionen mit ddA und insbesondere den dabei entstehenden Wechselwirkungsverhältnissen. Wie in Abschnitt 2.2.2 diskutiert, beschreibt Empowerment insbesondere eine Entfaltung einer eigenen Handlungsfähigkeit und Ermächtigung zur aktiven Teilhabe und Mitgestaltung der (digitalen) Welt; womit ursprünglich ein Gegenpol zu Unterdrückung, Benachteiligung und asymmetrischen Machtverhältnissen beschrieben wird (siehe z.B.: Freire, 2012; Rappaport, 1987). Dies ist unter anderem anschlussfähig an die Ziele der Allgemeinbildung nach Klafki (2007) (z.B. in Bezug auf Selbstbestimmung, Mitbestimmung und Solidarität) und besonders relevant im Hinblick auf die Rolle des Nutzenden in den Interaktionen mit geschlossenen Systemen, bei denen die Gestaltungsmöglichkeiten begrenzt sind oder sogar entmündigend gestaltet sind (vgl. Mühlhoff, 2018). Empowerment bringt außerdem eine Betrachtungsweise für das Verhältnis zwischen Individuum und den Akteuren im Umfeld eines ddA, in denen Individuen trotz einzelner Kontrollmöglichkeiten (z.B. ändern von Einstellungen) häufig nur sehr eingeschränkte Möglichkeiten der Kontrolle haben, was in einer Studie von Seberger et al. (2021) „empowered resignation“ bezeichnet wird. Umgekehrt bedeutet das auch, dass im Sinne Datenbewusstseins bei der Gestaltung von ddA entsprechende Möglichkeiten zur Einflussnahme auf die Rolle der Daten und die Datenpraktiken gegeben werden sollten und insbesondere die Intransparenz möglichst weit aufgehoben werden sollte (siehe Diskussion zur Problematik dazu in: Burrell, 2016).

Die Betrachtung der Handlungsfähigkeit in den Interaktionen führt ebenfalls zur Frage nach der Rolle des Individuums innerhalb dieses Interaktionssystems, wozu nach den Zielsetzungen für Datenbewusstsein informierte, aktive und selbstbestimmte Rollen interessant sind. Dabei stellt sich zunächst die Frage, was mit diesen Rollen konkret gemeint ist. Zum Beispiel könnte das Veröffentlichen von Inhalten in Sozialen Medien als aktive, produzierende Rolle angesehen werden, bei der der Nutzende einen Beitrag zu einem sozialen Netzwerk erstellt (siehe z.B. Jörissen & Marotzki, 2009; McCosker, 2017) – nebenbei ist auch dies aus einer Bildungsperspektive begründet. Angesichts der Einbettung dieser Arbeit in eine informatikdidaktische Perspektive wäre dies allerdings keine ausreichende Interpretation der Handlungsfähigkeit für Datenbewusstsein. Stattdessen stehen eher aktive und gestaltende Rollen im Hinblick auf das digitale Artefakt im Fokus (für ähnliche Rollen als Ziel aus informatikdidaktischer Sicht siehe etwa: Dindler et al., 2020; Schulte & Budde, 2018). Zuvor wurden bereits Consumer-Designer-Kontinua mit verschiedenen Rollen beschrieben (vgl. z.B.: Fischer & Giaccardi, 2006) (siehe auch die Diskussion dazu in Abschnitt 2.3.1). An dem einen Ende des Kontinuums wäre also etwa das Nutzen von Funktionen des digitalen Artefakts, wie etwa das Veröffentlichen von Beiträgen in Sozialen Medien, während an dem anderen Ende das Entwickeln von digitalen Artefakten beschrieben wird. Angemerkt werden müsste hierbei allerdings, dass bereits die Nutzung von ddA, wie zuvor im Rahmen der Wechselwirkung diskutiert (siehe Abschnitt 4.2.3), einen Einfluss auf ddA und deren Verhalten in der Interaktion haben können. Zudem muss hierbei zwischen offenen und geschlossenen ddA unterschieden werden, da beispielsweise geschlossene Systeme oft gestaltende Rollen einschränken (vgl. Fischer, 2002).

Im HIS-Rahmen werden solchen verschiedenen Rollen als Arten der Interaktion bezeichnet (vgl. Schulte & Budde, 2018). Dahingehend kann die Handlungsfähigkeit in diesen

4.3 THEORETISCHE KONZEPTION UND ZIELSETZUNGEN VON DATENBEWUSSTSEIN

Interaktionen als situative und bewusste Entscheidung für eine Rolle interpretiert werden. Dies knüpft an die Diskussion zu den Deutungs- und Orientierungsrahmen (oder auch Frames) im Bildungsverständnis an, die genutzt werden können, um eine Situation unterschiedlich zu rahmen, entsprechend unterschiedliche Handlungsmöglichkeiten zu erkennen und die jeweiligen Handlungen zu vollziehen (vgl. Cukier et al., 2022; Jörissen & Marotzki, 2009). Auf einer höheren Bildungsebene (in Anlehnung an das Lernebenenmodell von Bateson (1972) (siehe auch: Marotzki, 1990)) kann ein Individuum mit diesen Rahmen flexibel umgehen. Daran anlehnend kann die Handlungsfähigkeit in diesen Interaktionen also etwa als situative Entscheidung für eine der verschiedenen Rollen zwischen Consumer und Designer verstanden werden. Zum Beispiel kann es auch eine bewusste Entscheidung sein, eine Suchmaschine „nur“ zu nutzen, um Informationen zu finden; das muss aber nicht bedeuten, dass diese Person handlungsunfähig ist. Dies knüpft an den zuvor diskutierten Halt-Stopp-Moment an, der bezogen auf die Rollen so interpretiert werden kann, dass Individuen nach Bedarf die Entscheidung treffen können, die Rolle zu wechseln, die dann auch andere Perspektiven umfassen (siehe Fokuswechsel) und eine Grundlage dafür bildet, die Handlungsfähigkeit auszuüben. Eine Idealform der Handlungsfähigkeit würde demnach bedeuten, dass ein Individuum in einer Situation (möglichst) flexibel eine solche Rolle (im Sinne eines Deutungs- und Orientierungsrahmens beziehungsweise Frames) wählen kann und entsprechend mit dem ddA interagieren kann. Das kann dann etwa eine bewusste Nutzung oder auch eine aktive Gestaltung des Systems umfassen, bei der etwa Funktionalitäten des digitalen Artefakts verändert und an die eigenen Interessen und Bedürfnisse angepasst oder entsprechend erweitert werden. Auch hierbei ist wieder die Unterscheidung zwischen geschlossenen und offenen Systemen zu beachten, dafür sei an die vorherige Diskussion zur Wechselwirkung in Abschnitt 4.2.3 verwiesen.

Bei dieser Betrachtung der Wahl einer Rolle im Interaktionssystem als wichtiger Teil der Handlungsfähigkeit ist der Bezug zur Selbstbestimmung zu betonen. Die Wahl der Rollen sollte eine selbstbestimmte Wahl des Individuums sein, die nach Bedarf ermöglicht, in diesen Interaktionssystemen etwa eine Rolle mit mehr Gestaltungseinfluss einzunehmen und das Interaktionssystem an die eigenen Bedürfnisse und Interessen anzupassen (siehe auch: Dindler et al., 2020; Fischer & Giaccardi, 2006; Schulte & Budde, 2018).

Bezüglich der Handlungsfähigkeit sollte ein weiterer Aspekt aufgegriffen werden, der bereits zuvor diskutiert wurde: die Verantwortung des Individuums. Anknüpfend an die Grundfähigkeiten in dem Allgemeinbildungskonzept von Klafki (2007) spielt auch die Verantwortung für sich und andere eine Rolle. Handlungsfähigkeit umfasst also auch eine verantwortungsvolle Interaktion mit ddA, die aber nicht nur das Individuum selbst, sondern auch andere Personen betrifft. Wie zuvor bereits angesprochen, betreffen die eigenen Handlungsentscheidungen bezüglich persönlicher Daten auch andere Personen (u.a. wegen Vorhersagemodellen), sodass die individuelle Verantwortung auch eine Verantwortung für andere Personen umfasst. Hinzu kommt, wie Seberger et al. (2021) argumentieren, dass Handlungsentscheidungen hinsichtlich der eigenen Interessen zu treffen auch dahingehend eine Herausforderung darstellt, weil durch die netzwerkartigen Beziehungen dabei unter Umständen Konflikte mit den Interessen anderer Nutzenden entstehen und somit die Handlungsentscheidungen dahingehend einem Aushandlungsprozess zwischen den Interessen verschiedener Personen unterliegen. Das unterstreicht nochmals die Rolle des selbstbestimmten Individuums im Rahmen umgebenen Welt, wie auch schon Klafki (2007) zur Selbstbestimmung diskutiert hat und diese so von einer subjektivistischen

Perspektive distanziert hat. Daher umfasst Handlungsfähigkeit neben der Verantwortung für sich selbst auch eine Mitverantwortung für andere. Das soll aber nicht heißen, dass Individuen für ihre Privatsphäre und den Schutz ihrer persönlichen Daten und ihrer Interessen bezogen auf die Datenpraktiken allein verantwortlich sind, wie wiederholt kritisiert wurde (vgl. Matzner et al., 2016; Obar, 2015; Vedder, 2011) (siehe auch Diskussion zu Privatsphäre in Abschnitt 2.6.2). Die Handlungsfähigkeit und vielmehr noch die selbstbestimmten Entscheidungen diesbezüglich sollten also die Wirkungszusammenhänge im sozialen Kontext des Individuums sowie allgemein der anderen Nutzenden berücksichtigen, da sich unter anderem die Datenmodelle gegenseitig beeinflussen, durch die eigenen Handlungen Vorhersagemodelle ermöglicht werden und Daten über andere bereitgestellt werden können.

Für eine weitere Konkretisierung der Handlungsfähigkeit stellt sich die Frage, was eine menschliche Handlung beeinflusst und wie diese initiiert werden (z.B. sich mit der Rolle von Daten auseinanderzusetzen). Dieser Frage wird im Rahmen der Operationalisierung von Datenbewusstsein im dritten empirischen Zyklus vertiefend nachgegangen (siehe Kapitel 8). Vorab zusammenfassend lässt sich dort beobachten, dass die Motivationen und Intentionen des Individuums wichtige Elemente für menschliche Handlungen sind. Insbesondere die Intention spielt eine wichtige Rolle für die Initiierung einer Handlung, wie etwa eine bewusste Auseinandersetzung mit den Datenpraktiken in diesen Interaktionssystemen. Näheres dazu wird im Abschnitt 8.3.1 genauer beschrieben.

Zusammenfassend greift die selbstbestimmte, mündige und verantwortungsvolle Handlungsfähigkeit in einer datengetriebenen Welt aus Sicht des Konzepts Datenbewusstsein verschiedene Perspektiven auf. Dies umfasst etwa eine Anknüpfung an die Diskussion zum Bildungsverständnis, den Konzepten Agency und Empowerment oder auch die verschiedenen Rollen zwischen Nutzen und Entwickeln von ddA. Wichtig zu beachten ist, dass es bei der Handlungsfähigkeit um die Ausrichtung der Handlung geht und nicht durch eine einzelne Aktion bestimmt wird; so können ein und dieselbe Aktion hinsichtlich der Handlungsfähigkeit des Individuums unterschiedlich interpretiert werden. Eine Handlungsfähigkeit baut auf einem Verständnis über das Interaktionssystem und das ddA auf (insb. die Rolle der Daten darin), umfasst ein Erkennen und Verstehen von Handlungsmöglichkeiten und deren Auswirkungen auf das Interaktionssystem sowie eine eigene, intentionale und reflektierte Entscheidung zu Handlungen in dieser Interaktion. Hinsichtlich der Rollen des Individuums in der Interaktion mit ddA äußert sich die Handlungsfähigkeit demnach insbesondere in der bewussten, situativen und reflektierten Wahl einer Rolle, sodass zwischen Nutzen und Entwickeln vielfältige Möglichkeiten als Teil einer Handlungsfähigkeit bestehen. Wichtig dabei ist auch die Verantwortung für sich selbst und für andere Personen bei der Wahl von Handlungsmöglichkeiten.

4.3.6 Zusammenfassung der Theorieelemente

In diesem Abschnitt wurde zusammengefasst die Ausrichtung und Zielsetzung von Datenbewusstsein erläutert. Dies umfasst insbesondere das Ziel, dass Schüler:innen in der Lage sind, Interaktionssysteme mit ddA zu verstehen und zu reflektieren, wobei ein Fokus auf die eigene Rolle sowie die Rolle von Daten darin gesetzt wird. Dadurch soll Datenbewusstsein zu dem Ziel der selbstbestimmten, mündigen und verantwortungsvollen

Handlungsfähigkeit in alltäglichen Interaktionen mit ddA beitragen. Zur weiteren Konkretisierung dieser Zielsetzungen wurden vier theoretische Elemente des Konzepts näher diskutiert. Dies umfasst den Halt-Stopp-Moment, der als Situation in Interaktionen mit ddA verstanden wird, in denen die aktuellen Handlungsziele des Individuums dahingehend angepasst werden, dass sich das Individuum mit den genannten Perspektiven auf das Interaktionssystem auseinandersetzt. Dem folgt die Idee des Fokuswechsels, was im Kern diese Verschiebung der Aufmerksamkeit zu diesen Perspektiven weg von den vorherigen Handlungszielen in der Interaktion beschreibt. Durch das Einnehmen der Perspektiven und der Auseinandersetzung mit dem ddA sollen Schüler:innen das ddA verstehen und reflektieren. Verstehen bezieht sich insbesondere auf die Rolle der Daten und die Funktionsweise des ddA, wohingegen Reflektieren insbesondere die Implikationen des ddA in dem Interaktionssystem, die eigene Rolle sowie die Interaktion selbst beschreibt. Das vierte Theorieelement des Konzepts ist die Handlungsfähigkeit, die im Sinne Datenbewusstseins ausdifferenziert wurde. Diese umfasst unter anderem das Einnehmen verschiedener Rolle in der Interaktion und die bewusste Wahl von Handlungsmöglichkeiten. In Abbildung 4.9 werden die vier theoretischen Elemente für Datenbewusstsein nochmals zusammengefasst.

Im Hinblick auf die Frage, wie Datenbewusstsein nun im Unterricht gefördert werden kann, wird im folgenden Abschnitt 4.4 der didaktische Ansatz des Konzepts beschrieben. Dieser wurde in dem Vorhaben schrittweise erarbeitet, wozu neben Theoriearbeit ebenfalls die empirischen Zyklen und die Unterrichtsvorhaben beigetragen haben. Dessen praktische Umsetzung wird anschließend im Kapitel 5 anhand von zwei konkreten Unterrichtsvorhaben veranschaulicht, die in den Zyklen eingesetzt wurden.



Abbildung 4.9: Überblick über die vier diskutierten theoretischen Elemente des Konzepts Datenbewusstsein bezogen auf die Zielsetzungen des Konzepts.

4.4 Didaktischer Ansatz zur Förderung von Datenbewusstsein

Im Laufe dieses Dissertationsvorhabens wurde unter anderem durch die Charakterisierung der Interaktionssysteme mit ddA eine inhaltliche Perspektive auf ddA mit spezifischen Konzepten zu der Rolle von Daten in diesen Interaktionssystemen erarbeitet (siehe

Abschnitt 4.2). Dies führte zu konkreten Konzepten und einem Modellverständnis dieser Art der Interaktionssysteme, das der Entwicklung der Unterrichtsvorhaben dienen sollte, um relevante Inhalte zu den Interaktionssystemen mit ddA zu identifizieren und entsprechende Unterrichtsmaterialien zu entwickeln (siehe Baustein 2 im Vorgehensmodell). Umgekehrt haben insbesondere auch die Entwicklung der Unterrichtsvorhaben und die Erkenntnisse aus den Zyklen des Vorhabens zur inhaltlichen Klärung dieser Art der Interaktionssysteme beigetragen.

In Orientierung an die Zielsetzungen des Konzepts geht es nun darum, dass Schüler:innen befähigt werden, die Interaktionssysteme mit ddA in ihrem Alltag zu verstehen und zu reflektieren sowie eine selbstbestimmte, mündige und verantwortungsvolle Handlungsfähigkeit zu entwickeln (siehe Abschnitt 4.3.1). Wie in der Ausgangslage dieser Arbeit beschrieben (siehe Abschnitt 2.6), stellt sich die Frage, wie das Lernen über ddA hinsichtlich dieser Zielsetzungen gestaltet werden kann und Schüler:innen befähigt werden, die Konzepte aus dem Unterricht im Alltag anzuwenden und tatsächlich eine solche Handlungsfähigkeit zu entwickeln.

Als Teil des Konzepts Datenbewusstsein wurde im Rahmen dieses Dissertationsvorhabens ein entsprechender didaktischer Ansatz entwickelt und untersucht. Dieser beschreibt das Lernen eines Erklärmodells.⁵ Dies kann zunächst metaphorisch so beschrieben werden, dass die Schüler:innen ein Modell lernen, das in alltäglichen Interaktionen mit ddA als „Werkzeug“ dienen kann, um diese ddA zu verstehen und die Interaktionssysteme zu reflektieren (siehe theoretische Konzeption mit dem Halt-Stopp-Moment, dem Fokuswechsel, der Auseinandersetzung mit diesen Interaktionssystemen und der Handlungsfähigkeit in Abschnitt 4.3.1).

Das Erklärmodell resultiert aus der Charakterisierung der Interaktionssysteme mit ddA im Zusammenspiel mit den Zielsetzungen für Datenbewusstsein. Es fasst im Wesentlichen die charakterisierten Konzepte zur Rolle von Daten in diesen Interaktionssystemen zusammen. Der didaktische Ansatz wurde im Rahmen des Bausteins 4 im Vorgehensmodell aus den Unterrichtsvorhaben und den Zyklen abgeleitet (siehe Abschnitt 3.3). Die konkrete Umsetzung des Ansatzes in Unterrichtsvorhaben wird im nachfolgenden Kapitel 5 anhand von zwei Unterrichtsvorhaben beschrieben. Im Folgenden soll dieser didaktische Ansatz erläutert werden. Dazu wird zunächst die Idee der Erklärmodelle näher spezifiziert, anschließend das konkrete Erklärmodell beschrieben sowie der Ansatz zum Unterrichten des Erklärmodells skizziert.

4.4.1 Ansatz zum Lernen von Erklärmodellen

Zunächst wird nachfolgend der Begriff und die Idee der Erklärmodelle näher diskutiert, wobei insbesondere die Begründung dessen sowie die Charakterisierung dieser Art von Modellen beschrieben wird.

⁵Im folgenden Artikel von Höper und Schulte (2024c) wurde der Ansatz der Erklärmodelle (Explanatory Models) allgemein für Informatikdidaktik diskutiert, worauf wesentliche Teile des vorliegenden Abschnitt aufbauen, wie etwa die Begriffsbedeutung der Modelle oder der Charakterisierung des Begriffs der Erklärmodelle.

Warum ein Erklärmodell?

Bevor die Bedeutung von Erklärmodellen konkreter diskutiert wird, stellt sich die Frage, warum nicht nur auf fachliche Konzepte aus der wissenschaftlichen Disziplin zurückgegriffen wird. Die Notwendigkeit eines Erklärmodells in dieser Arbeit gründet auf zwei zentrale Argumente: Erstens ist das Verstehen realer ddA und deren Verhalten durch deren Komplexität und durch die erschwerte Erklärbarkeit bei datengetriebenen Methoden herausfordernd. Zweitens erfordert die Zielsetzung von Datenbewusstsein eine Verknüpfung verschiedener Konzepte zu einer eher holistischen Perspektive auf die Rolle von Daten in den Interaktionssystemen mit ddA, die über die isolierte Betrachtung einzelner Konzepte hinausgeht. Diese beiden Aspekte werden im Folgenden näher erläutert.

In ddA werden datengetriebene Methoden angewendet, die teilweise Herausforderungen für die Nachvollziehbarkeit und Erklärbarkeit ihrer Ergebnisse mit sich bringen, wie beispielsweise bei ML-Verfahren. Zu ML-Systemen und deren Ergebnisse gibt es einen umfangreichen Diskurs über die mangelnde Nachvollziehbarkeit, Interpretierbarkeit und Erklärbarkeit, wie beispielsweise im Bereich der Explainable AI (XAI) zu beobachten (siehe z.B.: Adadi & Berrada, 2018; Guidotti et al., 2019; Gunning et al., 2019). Diesbezüglich ist festzuhalten, dass ML-Verfahren unter anderem hinsichtlich der Algorithmen und deren Implementation auf Quelltextebene grundsätzlich erklärbar ist (z.B. Trainingsalgorithmen oder auch der Aufbau von ML-Modellen), allerdings sind die trainierten Modelle und deren Ergebnisse komplex und schwierig zu interpretieren, nachzuvollziehen und zu erklären (Lipton, 2018; Rahwan et al., 2019). Die Gründe dafür umfassen etwa die komplexen Strukturen und hohen Dimensionalitäten der Modelle, die riesige Menge an Trainingsdaten oder Unzulänglichkeiten in den Daten; hinzu kommt die Eigenschaft der Entwicklung von ML-Modellen, dass die Verfahren zur Generierung der Ergebnisse gelernt und nicht von den Entwickelnden entworfen werden (Adadi & Berrada, 2018; Rahwan et al., 2019) und so die Daten eine prägende Rolle für diese Systeme und deren Verhalten in der Nutzungszeit haben (vgl. Sculley et al., 2015). Darüber hinaus besteht eine Spannungsbeziehung zwischen Performance und Erklärbarkeit: Verfahren, die gute Modelle und somit gute Ergebnisse liefern, sind oft auch jene, bei denen die Modelle und deren Ergebnisse weniger nachvollziehbar und erklärbar sind (vgl. Adadi & Berrada, 2018; Weld & Bansal, 2019). Daher werden Methoden entwickelt, um Erklärungen und Interpretationen für das Verhalten und die Ausgaben von datengetriebenen Anwendungen (z.B. ML-System) zu finden (vgl. Guidotti et al., 2019), insbesondere in den realen Anwendungskontexten (vgl. Rahwan et al., 2019), also etwa auch den alltäglichen Interaktionen der Schüler:innen mit ddA. Dies umfasst etwa das Finden lokaler Erklärungen für die einzelnen Ausgaben (siehe z.B.: Guidotti et al., 2019; Lundberg et al., 2020). Auch im wissenschaftlichen Diskurs selbst werden Erklärungen gesucht, die teilweise als Erklärmodelle interpretiert werden könnten, wie etwa bei der Verwendung von Metaphern. Zum Beispiel werden Sprachmodelle als „stochastische Papageien“ beschrieben (siehe: Bender et al., 2021) oder als semantische Vektorräume charakterisiert (siehe: Chollet, 2023).

Eine Erkenntnis aus dieser Diskussion ist, dass das Verstehen von ML-Verfahren (z.B. Trainingsalgorithmen und Aufbau der Modelle) noch kein Verstehen der Ergebnisse und des Verhaltens von solchen ddA erlaubt, insbesondere auch wegen der zentralen Rolle der sonstigen Datenpraktiken, die prägend für das Verhalten in der Nutzungszeit solcher Systeme sind. Zusammengefasst reicht es aus der Sicht von Datenbewusstsein demnach unter Umständen nicht aus, einzelne abstrakte Konzepte über ML-Verfahren

zu lernen. Stattdessen wird für die Förderung von Datenbewusstsein ein Ansatz benötigt, mit dem Schüler:innen Erklärungen für ddA und deren Verhalten in den Interaktionssystemen finden können, wozu ein Erklärmodell beitragen soll, wie später in diesem Abschnitt vorgestellt wird.

In der vorherigen Diskussion wurden primär KI-Systeme betrachtet. Ähnlich kann die Argumentation aber auch auf andere algorithmische Systeme übertragen werden. So argumentiert etwa Kitchin (2017), dass vermutlich selbst die Entwickelnde realer Systeme, wie etwa kommerzielle Anwendungen, durch deren hohe Komplexität kein vollständiges Verständnis mehr davon haben. Allgemein kommen die kontextuellen Einflussfaktoren hinzu, wie beispielsweise durch die Rolle der Daten und Datenmodelle, wodurch die Rückmeldungen durch ein ddA teilweise schwer vorherzusagen sind und sich etwa auch im Interaktionsverlauf trotz derselben Eingaben ändern können (vgl. Blackwell, 2015; Kitchin, 2017).

Mit dieser Diskussion stellt sich die Frage nach einer Betrachtungsebene für das Lernen über ddA, wie etwa in Ansätze zum Lernen über KI (siehe z.B.: Casal-Otero et al., 2023; Grover, 2024; Long & Magerko, 2020; Rizvi et al., 2023). So zeigte beispielsweise ein Literaturreview von Rizvi et al. (2023), dass die meisten Materialien zu AI Education in schulischen Kontexten keine Konzepte auf der Ebene von konkreten und formalen Funktionalitäten von KI-Algorithmen in den Fokus nehmen. Es scheinen stattdessen Schwerpunkte auf höheren Abstraktionsleveln zu liegen, wie etwa hinsichtlich verschiedener Schritte der Entwicklung von ML-Anwendungen. Es geht also eher um das Erklären von ML-Technologien und Konzepten auf einer abstrakteren Ebene.

In Anlehnung an die vorherige Diskussion zu ML-Systemen wird deutlich, dass verschiedene Konzepte in Beziehung zueinander gesetzt werden müssen, um ein ddA und dessen Verhalten zu verstehen (z.B. datengetriebene Verfahren und Datengrundlage). Dies erinnert an die Argumentation des Bigger Picture von Bell und Duncan (2023), die dafür argumentieren, die verschiedenen Aspekte digitaler Technologien und deren Zusammenhänge zu betrachten und diese dadurch als ganzheitliche Systeme zu verstehen, statt nur einzelne Aspekte isoliert in den Blick zu nehmen (z.B. einen Algorithmus) (ähnlich wird dies für den HIS-Rahmen argumentiert: Schulte & Budde, 2018). Darüber hinaus spielen in der Betrachtung solcher Technologien oder auch datengetriebener Methoden zugrunde liegende Intentionen und Ziele sowie die Auswirkungen von ddA eine Rolle, wie in der vorherigen Diskussion über die Interaktionssysteme mit ddA deutlich wurde (siehe Abschnitt 4.2). Die Interaktionssysteme mit ddA werden also durch verschiedenste Aspekte geprägt, etwa beginnend mit der Datenerhebung, der Anwendung datengetriebener Methoden, der Verwendung von Datenmodellen oder auch der zugrunde liegenden Zwecke. Für Datenbewusstsein ist dabei relevant, diese verschiedenen Aspekte auch in Beziehung zueinander zu setzen und zu verknüpfen, sodass neben dem Verstehen der einzelnen Aspekte der Rolle von Daten in diesen Interaktionssystemen eine holistische Perspektive nötig ist – so die These in dieser Arbeit. Diese Zusammenführung der verschiedenen Aspekte zu einer Perspektive erfolgt in diesem Vorhaben mit einem Erklärmodell.

Was ist ein Erklärmodell?

Für die Erschließung der Bedeutung des Begriffs der Erklärmodelle muss zunächst ein Blick auf den Modellbegriff erfolgen. Eine ausführliche Diskussion und Auseinandersetzung mit verschiedenen Modelltheorien würde den Umfang dieser Arbeit übersteigen (für

einen hisotrischen Überblick über verschiedene Modelltheorien und Begriffsbestimmungen, siehe z.B.: Gilbert & Justi, 2016; Mahr, 2009a). Stattdessen wird hier ein kurzer Überblick zu verschiedenen Perspektiven des Modellbegriffs aufgezeigt, um wichtige Aspekte dessen Bedeutung für Erklärmodelle zu erläutern.

Modellbegriff: Zunächst wird ein Bezug zum Modellbegriff, wie er in anderen Wissenschaftsdisziplinen genutzt wird, hergestellt. Anschließend müssen allerdings besondere Unterschiede zwischen diesen und der Informatik aufgezeigt werden, um die Kenntnisse zu Modellen entsprechend auf den Kontext der digitalen Artefakte anzuwenden und Grenzen dessen aufzuzeigen.

In der naturwissenschaftlichen Forschung werden Modelle schon lange benutzt und stellen dort ein wichtiges Instrument der wissenschaftlichen Praxis dar, um etwa Phänomene zu verstehen und Argumentationen zu leiten (Passmore et al., 2014). Zwei sehr bekannte Beispiele aus diesem Kontext seien dafür erwähnt: Für die Erklärung der menschlichen DNA ist das bekannte Doppelhelixmodell von Watson and Crick entstanden. Weitere bekannte Modelle sind etwa jene zum Aufbau von Atomen, wie etwa die von Thomson, Rutherford oder auch Bohr. Insbesondere zu letzterem Beispiel wurden die Modelle im Laufe der Zeit immer wieder verändert und neue Modelle entwickelt, oft mit neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen. Dieser Aspekt der Modellentwicklung wird später nochmal aufgegriffen. Für solche Modelle beschreibt Osborne (2014), dass sie etwa helfen, wenn die betrachteten Phänomene (z.B. menschliche DNA oder Atome) für uns nicht direkt greifbar sind, wie wenn sie beispielsweise zu klein oder zu groß sind, um sie als Mensch direkt beobachten zu können. Die Modelle helfen in dieser Bedeutung als Hilfsmittel zur Sinnkonstruktion von Phänomenen.

Der Mathematiker und Informatiker Mahr (2009a) befasste sich ausführlich mit dem Modellbegriff, von dem hier zwei Erkenntnisse hervorgehoben werden (siehe auch: Mahr, 2009b). Einerseits beschreibt er, dass die Repräsentationsleistung von Modellen immer vereinfacht und abstrahiert ist sowie gleichzeitig zusätzliche Aspekte enthalten kann. Modelle sind nach ihm also immer als begrenzt und erweitert zu verstehen. Andererseits beschreibt er zu seinem Modellbegriff die Cargo Idee, womit er beschreibt, dass Modelle Informationen (Cargo genannt) zwischen dem zu repräsentierenden Objekt und dem (Nutzungs-)Zweck übermitteln (vgl. Mahr, 2009a, S. 236).

Mit gewissen Überschneidungen zu Mahr (2009a) werden Modelle in der naturwissenschaftlichen Forschung insbesondere mit zwei Dimensionen charakterisiert: Sie sind als Repräsentation von etwas zu verstehen („of“) und dienen als ein Hilfsmittel für etwas („for“) – teilweise als „of-for distinction“ bezeichnet (vgl. Gouvea & Passmore, 2017; Passmore et al., 2014; Upmeier Zu Belzen, Van Driel & Krüger, 2019). Mit Bezug zu der sogenannten of-Perspektive bedeutet dies, dass Modelle etwas repräsentieren, wie etwa Phänomene veranschaulichen, erklären und kommunizieren (Upmeier Zu Belzen, Van Driel & Krüger, 2019). Dahingegen bezieht sich die for-Perspektive darauf, dass Modelle für etwas genutzt werden können, etwa um Phänomene vorherzusagen oder Ideen und Wissen zu generieren (Upmeier Zu Belzen, Van Driel & Krüger, 2019). Das heißt also, dass Modelle etwas repräsentieren und gleichzeitig etwa eine erklärende und vorhersagende Funktion haben. In dieser Betrachtungsweise wird ein wichtiger Aspekt von Modellen deutlich: Modelle haben immer eine Funktion, deren Entwicklung und Verwendung ist also immer an bestimmte Zwecke und Intentionen gebunden (vgl. Giere, 2009). Das ist

wichtig hervorzuheben, da Modelle somit nicht als objektive Repräsentation von etwas verstanden werden dürfen – interessanterweise ähnlich zu der Bedeutung von digitalen Artefakten, die auch immer auf Zwecken und Intentionen beruhen.

Bezogen auf diese vielfältigen Möglichkeiten der Modelle in der Wissenschaft, lassen sich verschiedene Modellarten identifizieren. So beschreibt Clement (2013) etwa mathematische, theoretische, chemische oder auch analoge Modelle. Eine spezifische Art sei an dieser Stelle hervorgehoben, und zwar die Erklärmodelle, mit denen er Modelle beschreibt, die erklären wie und warum etwas funktioniert (vgl. Clement, 2013). Darüber hinaus bieten wissenschaftliche, theoretische und hypothetische Modelle Sichtweisen auf die Welt oder auf Phänomene, sollten aber nicht als reine Beobachtungsmodellen (z.B. Messungen oder repräsentativen Beschreibungen) verstanden werden (vgl. Clement, 2013).

Solche Modelle können sich dann beispielsweise in dem naturwissenschaftlichen Unterricht wiederfinden. So wird in der naturwissenschaftlichen Didaktik als eines der Ziele formuliert, ein authentisches Bild der jeweiligen wissenschaftlichen Disziplin aufzuzeigen, sodass Modelle auch eine essentielle Rolle im naturwissenschaftlichen Unterricht spielen und Schüler:innen etwa verschiedene Modelle kennenlernen und lernen mit diesen umzugehen (vgl. Osborne, 2014; Passmore et al., 2014; Upmeyer Zu Belzen, Van Driel & Krüger, 2019). Für den naturwissenschaftlichen Unterricht sehen Passmore et al. (2014) in der Unterscheidung der beiden of-/for Perspektiven das Potenzial die funktionale Perspektive der Verwendung von Modellen zu verdeutlichen. Sie argumentieren, dass sich der naturwissenschaftliche Unterricht nicht darauf beschränken darf, dass Modelle eine weitere Sache sind, die Schüler:innen lernen und reproduzieren sollen, sondern dass sie stattdessen in die Lage versetzt werden, Modelle als Werkzeuge für die Argumentation und Sinnfindung zu verwenden. Das heißt das Lernen über und mit Modellen spielt in der naturwissenschaftlichen Didaktik eine große Rolle, sodass in deren Forschung durchaus interessante Erkenntnisse und Herausforderungen beobachtet werden können (siehe bspw. für eine Diskussion dazu: Coll et al., 2005). Zum Beispiel wird dort diskutiert, dass Schüler:innen teilweise Schwierigkeiten mit der Bedeutung von Modellen haben, insbesondere jene Eigenschaft, dass Modelle eine selektive und idealisierte Repräsentation von etwas sind und immer auch einen bestimmten Stand wissenschaftlicher Kenntnis widerspiegeln anstatt ein vollständiges Abbild der Realität zu geben; was auch darin resultieren kann, dass verschiedene Modelle existieren, die teilweise stark limitiert oder überholt sein können (vgl. Coll et al., 2005). Die Bedeutung von Modellen zu erschließen scheint ein wichtiger Aspekt zu sein, um ihn im Unterricht zu explizieren. In der Unterrichtspraxis liegt allerdings die Rolle von Modellen häufig nur bei der repräsentativen Perspektive und die funktionale Perspektive wird oft vernachlässigt (vgl. Gouvea & Passmore, 2017). Aus Sicht der Informatikdidaktik, könnten diese funktionalen Perspektiven beispielsweise ein Verwenden von Modellen zur Erklärung der informatischen Konzepte, wie etwa bezogen auf die Datenerhebung und -verarbeitung in Interaktionssystemen mit ddA (siehe Charakterisierung in Abschnitt 4.2) oder auch zum Erkunden, Erklären und Begründen konkreter digitaler Artefakte (z.B. ddA) und deren Funktionsweise umfassen.

Zusammenfassend gibt es unterschiedliche Perspektiven auf den Modellbegriff. Wichtig hervorzuheben ist, dass Modelle als Repräsentationen zu verstehen, die eine selektive Perspektive auf den Betrachtungsgegenstand einnehmen. Die Repräsentationen sind allerdings auch erweitert. Im Hinblick auf die repräsentative Perspektive ist wichtig hervorzuheben, dass diese nicht objektiv sind, da Modelle darüber hinaus auch immer auf

Zwecken und Intentionen aufbauen, wofür sie genutzt werden sollen und können. Letzteres beeinflusst auch die repräsentative Perspektive, sodass der Verwendungszweck eines Modells auch beeinflusst, was in dem Modell selektiert und ergänzt wird; in gewisserweise ähnlich zu Designentscheidungen bei der Entwicklung digitaler Artefakte. Bei Modellen wird in der Regel ein Bezug zur realen Welt hergestellt, wie etwa natürliche Phänomene in der Naturwissenschaft. Dahingehend sollten aber wichtige Unterschiede zwischen der Betrachtung von natürlichen Phänomenen und digitalen Artefakten als von Menschen gemachte Gegenstände in der Informatik berücksichtigt werden, da diese auch einen Einfluss auf die Bedeutung der Modelle haben. Diese Unterscheidung soll nachfolgend im Rahmen der Einführung von Erklärmodellen, wie sie in dieser Arbeit verstanden werden, diskutiert werden.

Erklärmodelle: Aufbauend auf diese Diskussion zur Bedeutung von Modellen soll nun die Idee der Erklärmodelle näher beleuchtet werden, wobei insbesondere die Deutung des Modellbegriffs über repräsentative und funktionale Perspektiven eine Rolle spielt. Zunächst bezieht sich ein Erklärmodell auf das Repräsentieren von informatischen Objekten oder Betrachtungsgegenstände. Diese können etwa informatische Konzepte, digitale Artefakte oder sozio-technische Systeme umfassen. Für abstrakte Konzepte existieren oft formale Definitionen und Erklärungen, sodass dafür Erklärmodelle eher zweitrangig sind. Bedeutender ist deren Rolle für das Betrachten und Verstehen bestimmter Arten digitaler Artefakte und sozio-technischer Systeme, insbesondere jene die komplex und schwierig zu interpretieren sind. Zum Beispiel ist ein Erklärmodell für Anwendungen mit konkreten Large Language Modellen interessant, weil deren Ergebnisse, wie oben diskutiert, schwierig zu interpretieren und nachvollziehen sind; hingegen ist das abstrakte Konzept eines Large Language Modells deutlich klarer, wie etwa im Hinblick auf den Aufbau oder die Trainingsalgorithmen. Anknüpfend an die vorherigen Diskussion zur Repräsentation (insb. zum Modellbegriff von Mahr (2009a)) ist die repräsentative Dimension von Erklärmodellen keine objektive Beschreibung des betrachteten Objekts, sondern eher eine selektive und erweiterte Sichtweise darauf, etwa ergänzt durch abstrakte Erklärungen. Ein Erklärmodell bietet damit eine spezifische Perspektive, mit der bestimmte Elemente hervorgehoben und andere bewusst ausgeblendet werden. Damit legt ein Erklärmodell in Orientierung an die didaktischen Zielsetzungen einen Schwerpunkt auf bestimmte Aspekte. Diese könnten sich beispielsweise auf verschiedene Perspektiven richten, wie etwa verschiedene Ebenen bei der Betrachtung von KI-Systemen (z.B. Sentance & Waite, 2022) oder auch bei der Betrachtung von Programmen (z.B. Lonati et al., 2022; Schulte, 2008); könnten aber auch weit darüber hinaus auf gesellschaftliche Aspekte in sozio-technischen Systemen eingehen (z.B. Zuboff, 2018, S. 121).

In der funktionalen Perspektive folgen Erklärmodelle bestimmten Zwecken und Intentionen, wofür es genutzt werden sollte, die auch an die didaktischen Zielsetzungen anknüpfen können oder sogar sollten. Sie stellen also diesbezüglich entsprechende Perspektiven und Erklärungen (z.B. für digitale Artefakte und deren Verhalten) bereit, die für die jeweiligen Zwecke und Intentionen zu verwenden gedacht sind. So bietet beispielsweise das Erklärmodell für das Konzept Datenbewusstsein, das in dem nächsten Abschnitt vorgestellt wird (siehe Abschnitt 4.4.2), eine Perspektive auf die Interaktionssysteme mit ddA und erklärt insbesondere die Rolle der Daten darin. In Orientierung an den Zielsetzungen des Konzepts kann das Erklärmodell dann etwa dazu dienen, mithilfe dessen eine

Perspektive auf diese Interaktionssysteme einzunehmen und bestimmte Aspekte bezüglich der Rolle von Daten darin aufzudecken. Angesichts der Selektionseigenschaft von Modellen kann ein Erklärmodell somit eine Perspektive auf ddA bieten, die zum Lenken der Aufmerksamkeit auf bestimmte Aspekte dient. Das heißt, dass ein Erklärmodell im Sinne der Zwecke und Intentionen als Hilfsmittel zu verstehen ist, wie beispielsweise als analytische Perspektive auf ddA, und dadurch beispielsweise bei der Erklärung, Exploration und Reflexion des Betrachtungsgegenstands (z.B. ein ddA und dessen Funktionsweise) unterstützen. Zuvor wurden bereits verschiedene Rollen der Interaktion mit digitalen Artefakten diskutiert (vgl. z.B.: Dindler et al., 2020; Fischer & Giaccardi, 2006; Schulte & Budde, 2018), etwa im Zusammenhang mit der Interpretation der Handlungsfähigkeit im Sinne Datenbewusstseins (siehe Abschnitt 4.3.5). In Anlehnung an diese Rollen kann die Bedeutung der Verwendung eines Erklärmodells dahingehend spezifiziert werden, dass die Zwecke und Intentionen, wofür ein Erklärmodell gedacht und genutzt werden sollte, sich etwa an diesen Rollen orientieren kann. So kann ein Erklärmodell beispielsweise bewusst zum Analysieren von digitalen Artefakten oder aber auch zum Entwickeln von digitalen Artefakten entworfen worden sein; gleichwohl ein Erklärmodell nicht auf eine solche Rolle beschränkt sein muss.

Bezüglich der repräsentativen Perspektive sollte weitergehend diskutiert werden, dass selbst wenn nun also auf die Begriffsbedeutung von Modellen aus naturwissenschaftlichen Diskursen aufgebaut wird, berücksichtigt werden sollte, dass die repräsentative Sichtweise von Erklärmodellen aufgrund des Betrachtungsgegenstandes andere Merkmale als jene aus Naturwissenschaften benötigen. In der Naturwissenschaft sind die Betrachtungsgegenstände für Modelle in der Regel natürliche Phänomene oder Objekte (z.B. Atome oder DNA). Im Gegensatz dazu geht es in der Informatik um digitale Systeme beziehungsweise Artefakte. Digitale Artefakte sind, wie der Name bereits verdeutlicht, vom Menschen erzeugt (z.B. ein Programm) und ist damit nicht naturgegeben. Das führt zu wichtigen Unterschieden und damit zur Notwendigkeit anderer Merkmale von Erklärmodellen für Informatikunterricht. Folgendes Beispiel soll dies verdeutlichen: Wird etwa ein Stein als Beispiel für ein natürliches Objekt betrachtet, so ergibt die Frage wenig Sinn, ob es sich um einen guten Stein handelt (zumindest wenn er nicht als Werkzeug oder ähnliches betrachtet wird, also nicht als technisches Artefakt instrumentalisiert wird). Im Gegensatz dazu basieren digitale Artefakte auf menschlichen Entscheidungen und Werten, sodass eine solche Frage etwa dahingehend sinnvoll zu beantworten wäre. Dieses Beispiel verdeutlicht, dass Erklärmodelle über digitale Artefakte andere Merkmale erfordern als jene Modelle im naturwissenschaftlichen Kontext.⁶ Dabei sollte angemerkt werden, dass die Entwicklung von digitalen Artefakten durchaus auch darauf abzielen kann, natürliche Phänomene zu untersuchen und zu verstehen, wie computergestützte Simulationen, aber dies wäre eine eigene Diskussion für sich (siehe dafür z.B.: Portegies Zwart, 2018).

Der Betrachtungsgegenstand für die Erklärmodelle (z.B. digitale Artefakte) sind also menschengemacht und intentional gestaltet und nicht naturgegeben. Die Theorie der dualen Natur technischer Artefakte hilft zur Erklärung dieses Unterschieds, wie etwa im Kontext des HIS-Rahmens diskutiert (siehe Abschnitt 2.3.1). Zur Erinnerung, diese tech-

⁶Diese Unterscheidung ist auch diskutierbar, da in natürlichen Phänomenen (inkl. Lebewesen) auch Zwecke gesehen werden können. Im Kern geht es aber bei der Unterscheidung gerade darum, dass digitale Artefakte, wie allgemein bei technischen Artefakten, so sind, weil sie ein Mensch mit eigenen Zielen und Intentionen so gestaltet hat.

nikphilosophische Theorie beschreibt zwei Perspektiven auf technische Artefakte (also auch digitale Artefakte), die zu Verstehen und Erklären dieser Artefakte eingenommen werden können und – nach der Theorie – für ein umfängliches Verständnis auch sollten: Während sich die Perspektive der Architektur (oder Struktur) auf den Aufbau und die Funktionsweise des digitalen Artefakts bezieht, hängt die Perspektive der Relevanz (oder Funktion) mit der Interpretation der Intentionen, Bedeutung und sozialen Implikationen des Artefakts zusammen (z.B. auch warum es so gestaltet ist und wie es genutzt werden kann) (siehe: Kroes, 1998; Schulte, 2008; Vermaas, 2006). So betont De Ridder (2006) bei einem Vergleich von natürlichen Phänomenen und digitalen Artefakten in diesem Kontext, dass digitale Artefakte immer zusammen mit dem Menschen betrachtet werden müssen, etwa wegen der Zwecke und Intentionen, während dies bei natürlich Phänomenen nicht der Fall ist, wie er argumentiert. Die beiden genannten Perspektiven hängen miteinander zusammen, sodass Verstehen eines digitalen Artefakts in der Architekturperspektive ein Verstehen in der Relevanzperspektive voraussetzt und andersherum (vgl. Kroes, 1998; Schulte et al., 2018). Daher wird in diesem Ansatz argumentiert, dass ein umfängliches Verständnis beide Perspektiven umfassen muss.

Das bedeutet also, dass digitale Artefakte durchaus von natürlichen Phänomenen zu unterscheiden sind und dies in Erklärmodellen berücksichtigt werden sollte. Erklärmodelle für bestimmte Arten von digitalen Artefakten sollten somit etwa auch deren Ziele, Werte und Intentionen als Teil der Relevanzperspektive berücksichtigen und mit der Architekturperspektive verknüpfen, anstatt eine vermeintlich neutrale und objektive Beschreibung des betrachteten Objekts anzustreben.

Trotz der Unterschiede können die Erfahrungen beim Lehren und Lernen mit und über Modelle im naturwissenschaftlichen Unterricht für das Lehren und Lernen von Erklärungsmodellen im Informatikunterricht interessant sein, insbesondere für solche, die sich auf Technologien und Systeme beziehen, die nur schwer verstanden und erklärt werden können. Dies ähnelt der Argumentation von Rahwan et al. (2019), die dafür plädieren, Methoden aus den Naturwissenschaften zu übernehmen, um das Verhalten von KI-Systemen zu untersuchen und zu verstehen.

Nun könnte die Frage aufkommen, wie sich solche Erklärmodelle zu anderen Ansätzen aus der Informatikdidaktik verhalten. Dazu sollte darauf hingewiesen werden, dass es in der Informatikdidaktik bereits ähnliche Ansätze gibt, die teilweise auch als Erklärmodelle gerahmt werden könnten. Dazu gehören beispielsweise die Verwendung von Metaphern (z.B. Bellettini et al., 2024) oder auch Notional Machines (z.B. Du Boulay et al., 1999; Fincher et al., 2020; Sorva, 2013). Eine Metapher könnte etwa informatische Konzepte betreffen, wie einen Algorithmus (vgl. Bellettini et al., 2024). Oft genannt wird in diesem Zusammenhang der durchaus kritisch diskutierte Vergleich zu Rezepten, was hier als Metapher interpretiert werden kann. Mit der Rezept-Metapher können durchaus bestimmte Merkmale von Algorithmen erklärt werden, während andere Aspekte von Algorithmen nicht berücksichtigt werden; ähnlich wie ein Erklärmodell werden dort bestimmte Aspekte selektiert, der Zweck dafür muss aber expliziert werden. Für das Beispiel der Notional Machines könnten diese ebenfalls als Erklärmodelle interpretiert werden. So stellen diese beispielsweise Aspekte der Ausführung von Programmen dar (z.B. das Boxenmodell für Variablen) und das Verhalten von Programmen zu erklären (vgl. Du Boulay et al., 1999; Sorva, 2013). Die Hürde ist allerdings, dass solche Erklärungen bei traditionellen Konzepten (z.B. Algorithmus) und algorithmischen Systemen aus einem Detailverständ-

nis über den Betrachtungsgegenstand abgeleitet werden können, aber dies bei komplexen realen Systemen oder auch ML-Systemen erschwert sein kann. Wie bereits zuvor aufgezeigt, besteht bei ddA oft die Herausforderung der Komplexität (z.B. bei komplexen realen Systemen) und teilweise begrenzten Nachvollziehbarkeit (z.B. bei Verwendung von ML-Modellen). Daran kann beobachtet werden, dass Erklärmodelle im Sinne der repräsentativen Perspektive auch unterschiedliche Ebenen der Komplexität oder auch technischen Präzision umfassen können, wie auch schon bei den zuvor genannten Beschreibungen für Sprachmodelle gesehen (vgl. Bender et al., 2021; Chollet, 2023).

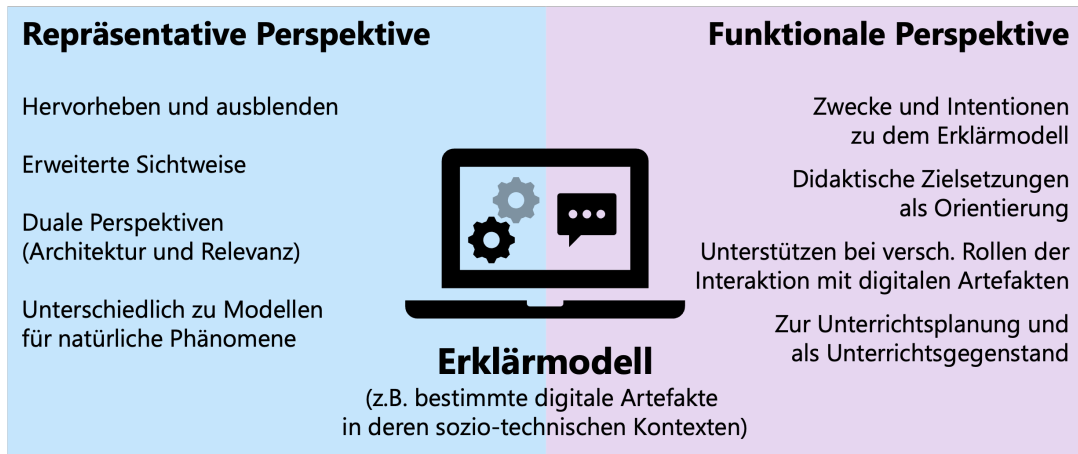


Abbildung 4.10: Überblick über die Eigenschaften von Erklärmodellen in Orientierung an die repräsentativen und funktionalen Perspektiven aus der Diskussion zum Modellbegriff; in Anlehnung an Abbildung 1 von Höper und Schulte (2024c)

Zusammenfassend wurden Erklärmodelle anhand der beiden Perspektiven aus der Diskussion zum Modellbegriff erläutert: die repräsentative und die funktionale Perspektive. Im Wesentlichen ist ein **Erklärmodell** damit ein konzeptionelles Modell für einen informatischen Betrachtungsgegenstand, insbesondere für bestimmte Arten von digitalen Artefakten oder auch sozio-technische Systeme. Auf der einen Seite stellt ein Erklärmodell Aspekte dieses Betrachtungsgegenstands dar, wobei bestimmte Aspekte hervorgehoben und andere bewusst ausgeblendet werden. Auf der anderen Seite folgt ein Erklärmodell immer bestimmten Zwecken und Intentionen, wie etwa didaktischen Zielsetzungen, aus denen unter anderen die Auswahl der betrachteten Aspekte abgeleitet wird. Hinsichtlich der Zwecke und Intentionen von Erklärmodellen sollen sie aus informatikdidaktischer Perspektive in der Regel bei bestimmten Rollen der Interaktion mit digitalen Artefakten unterstützen, wie beispielsweise das Explorieren, Analysieren und Bewerten von digitalen Artefakten oder auch das Entwickeln von digitalen Artefakten. Eine Zusammenfassung der verschiedenen Eigenschaften von Erklärmodellen ist in der Abbildung 4.10 dargestellt.

4.4.2 Erklärmodell für Datenbewusstsein

Aufbauend auf die vorherige Diskussion zu Erklärmodellen wird in diesem Abschnitt nun das konkrete Erklärmodell für Datenbewusstsein erläutert. Zu dem Begriff der Erklärmodelle ist zunächst herauszustellen, dass das nachfolgende beschriebene Erklärmodell an

die Zielsetzungen von Datenbewusstsein anknüpfen soll, wie sie in Abschnitt 4.3.1 beschrieben wurden. Dafür ist anzumerken, dass das Erklärmodell als ein Deutungs- und Orientierungsrahmen für Interaktionssysteme mit ddA dienen soll und den Schüler:innen in diesem Sinne eine Perspektive auf ddA liefern soll, die ihnen für die Entwicklung einer selbstbestimmten, mündigen und verantwortungsvollen Handlungsfähigkeit hilft. Es geht also zentral um eine für Schüler:innen nutzbare Perspektive für ddA, mit denen sie beispielsweise im Alltag interagieren. Dafür soll das Erklärmodell den Schüler:innen dabei helfen, die Rolle von Daten in Interaktionssystemen mit ddA zu verstehen sowie diese Interaktionssysteme zu reflektieren (u.a. über die eigene Rolle und die Datenpraktiken darin reflektieren). Wie zuvor beschrieben, bildet dies für Datenbewusstsein die Grundlage einer Handlungsfähigkeit in solchen Interaktionssystemen. Das Erklärmodell muss also bestimmte Aspekte der Rolle von Daten aufdecken und beim Reflektieren über diese Interaktionen unterstützen. Nach der vorherigen Beschreibung folgen Erklärmodelle immer bestimmten Zwecken und Intentionen, was demnach in diesem Fall insbesondere das Bereitstellen einer erklärenden Perspektive auf diese Interaktionssysteme mit einem Fokus auf der Rolle von Daten umfasst. Das Erklärmodell soll also als analytische Betrachtungsweise der ddA dienen.

Damit das Erklärmodell für alltägliche Interaktionen bedeutsam wird, sollte ein persönlicher Bezug für die Schüler:innen gefördert werden; insbesondere angesichts der Diskussion in der Ausgangslage zur Herausforderung die Konzepte aus dem Unterricht im Alltag anzuwenden und eine Handlungsfähigkeit zu entwickeln (siehe Abschnitt 2.6). Hinsichtlich des Lernens über Daten und ddA argumentieren auch andere im entsprechenden wissenschaftlichen Diskurs dafür, einen solchen persönlichen Bezug zu fördern (z.B. Bilstrup et al., 2022; DiPaola et al., 2022; Dowthwaite et al., 2020; I. Lee et al., 2021; McCosker, 2017; Pangrazio & Selwyn, 2019a; Tedre et al., 2020). Zum Beispiel betonen Bilstrup et al. (2022) im Kontext ihres Workshopkonzepts zu Critical Data Literacies für Schüler:innen, dass es notwendig ist, für Schüler:innen einen persönlichen Bezug zu Daten herzustellen und an die persönlichen Erfahrungen anzuknüpfen, sodass sie diese in ihrem Alltag erkennen, statt Daten nur als abstraktes Konzept kennenzulernen. Ähnlich heben DiPaola et al. (2022) den persönlichen Bezug zum eigenen Alltag beim Lernen über KI hervor. In deren Workshops beschäftigten sich die Schüler:innen beispielsweise mit den subjektiven Wertentscheidungen in KI Technologien, die abhängig von den Interessen der jeweiligen betrachteten Akteure in dem sozio-technischen Kontext sind (z.B. Anbietende, Nutzende). Sie kontextualisierten dies mit einer Anwendung aus ihrem Alltag, zu denen die Schüler:innen alternative Gestaltungen hinsichtlich verschiedener Wertentscheidungen entwickelten. Beim Lernen über ML-Konzepte können auch persönliche Daten aufgegriffen werden, was Register und Ko (2020) in ihren Workshops gemacht haben und dabei beobachteten, dass Lernen mit den eigenen, persönlichen Daten einen positiven Einfluss auf das Verstehen von ML-Konzepten sowie für die kritische Reflexion hatte. Wenn also ein Bezug zu eigenen Daten hergestellt wird, könnte damit das Lernen über diese Inhalte und das Herstellen persönlicher Bezüge zu den Themen gefördert werden.

Aufbauend auf diese Argumentationen zur Anknüpfung des Lernens über Daten und ddA mit den alltäglichen Erfahrungen ist das Erklärmodell für Datenbewusstsein ausgehend von einer individuellen Betrachtungsweise der Interaktion eines Individuums mit einem ddA entwickelt worden. Dadurch soll eine Anknüpfung an die alltäglichen Perspektiven der Schüler:innen unterstützt und so unter anderem das theoretische Konzept

des Fokuswechsels ermöglicht werden (siehe Abschnitt 4.3.3). Zusätzlich fokussiert das Erklärmodell die Rolle von Daten in diesen Interaktionssystemen. Durch die eingenommene Perspektive für die Entwicklung des Erklärmodells können zudem neben einer eher technischen Betrachtung der Rolle von Daten insbesondere auch die verschiedenen Implikationen und Wechselwirkungswirkungsverhältnisse zwischen Mensch und ddA aufgedeckt werden. Zum Beispiel, wie im Abschnitt 4.2.3 zur Wechselwirkung in Interaktionssystemen mit ddA diskutiert, können Auswirkungen auf das Verhalten des Individuums durch ein Verständnis über die Datenpraktiken im Kontext der Interaktionssysteme aufgedeckt und reflektiert werden. Gleichmaßen ist die Betrachtung der Interaktionskontexte relevant, um die kontextbezogenen Zwecke für die Datenpraktiken zu untersuchen und zu bewerten, da diese insbesondere die Interaktionen betreffen.

Der Betrachtungsgegenstand des Erklärmodells für Datenbewusstsein sind also ddA, die in dieser Arbeit nicht isoliert sondern gerahmt durch das Interaktionssystem betrachtet werden. In der vorherigen Beschreibung von Erklärmodellen wurde unter anderem die selektive und erweiterte Perspektive hervorgehoben. Daher müssen für das Erklärmodell für Datenbewusstsein Entscheidungen für die Auswahl bestimmter Aspekte zu den Interaktionssystemen mit ddA erfolgen. Mit dieser Perspektive wurde bereits im Abschnitt 4.2 eine Charakterisierung dieser Interaktionssysteme mit einem Fokus auf die Rolle von Daten darin erläutert. Dabei wurden verschiedene Konzepte Erhebung und Verarbeitung von Daten (inkl. der Datenmodelle) begründet.

In der vorherigen Beschreibung von Erklärmodellen wurde die Integration der beiden Perspektiven aus dem theoretischen Rahmen der dualen Natur technischer Artefakte beschrieben. So sollte das Erklärmodell für Datenbewusstsein ebenfalls beide Perspektiven aufgreifen, was bedeutet, dass neben technischen Prozessen (z.B. wie Daten erhoben werden oder wie sie verarbeitet werden) auch Relevanzperspektiven integriert werden, was beispielsweise die Zwecke der menschlichen Akteure im Kontext des ddA (z.B. wozu werden die Daten verarbeitet) oder auch die Implikationen im Sinne der Wechselwirkung betrifft. Diese beiden Perspektiven wurden bereits in der vorherigen Charakterisierung der Interaktionssysteme mit ddA diskutiert (siehe Abschnitt 4.2) und sollen so in dem Erklärmodell Berücksichtigung finden.

Aufbauend auf diesen Entscheidungen wurde in diesem Vorhaben das konkrete Erklärmodell entwickelt. Dieses Erklärmodell wird aufbauend auf der inhaltlichen Charakterisierung der Interaktionssysteme mit ddA aus Abschnitt 4.2 nachfolgend zusammenfassend beschrieben. Das Erklärmodell setzt eine spezifische Perspektive auf die Interaktionssysteme mit ddA und kann nicht jeden diskutierbaren Aspekt aufgreifen (z.B. Bias und Fairness in ML-Anwendungen sind keiner der zentralen Bestandteile des Erklärmodells). Dahingehend ist eine Erweiterbarkeit und Adaption des Erklärmodells in Orientierung an anderen Zielsetzungen möglich. Dies wird im Kapitel 9 kurz als Teil des Ausblicks dieser Arbeit diskutiert.

Im Folgenden wird nun das Erklärmodell für Datenbewusstsein vorgestellt. Dieses wird in Abbildung 4.11 dargestellt. Zentrale Elemente des Erklärmodells ist das Interaktionssystem sowie die Konzepte der expliziten und impliziten Datenerhebung, der Konstruktion und Verwendung von Datenmodellen über Nutzende sowie der primären und sekundären Zwecke. Diese werden nachfolgend näher erläutert

Das Zentrum des Erklärmodells bildet das Interaktionssystem bestehend aus Mensch und ddA. Davon ausgehend wird die Rolle der Daten beschrieben. In diesen Interaktio-

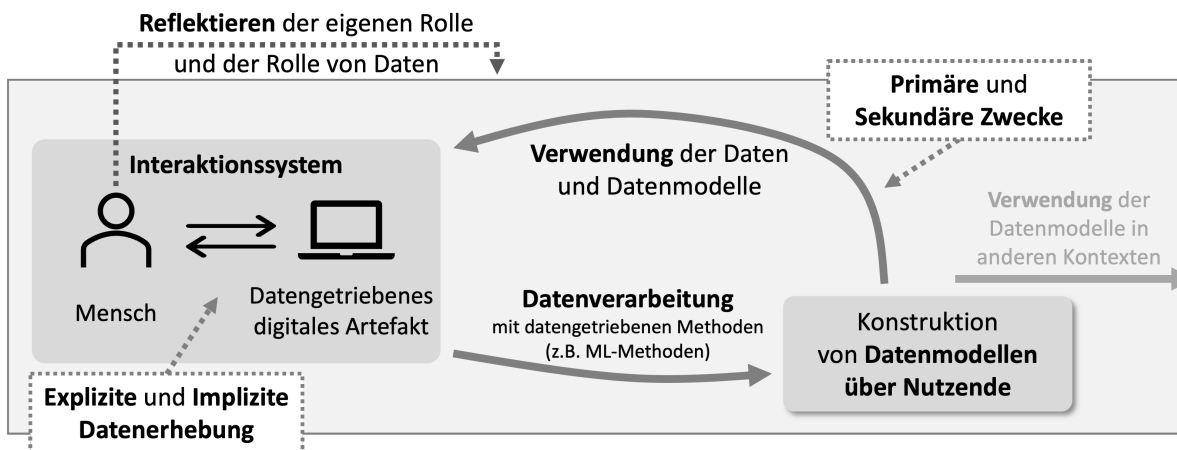


Abbildung 4.11: Erklärmodell für Interaktionssysteme mit ddA aus der Sicht von Datenbewusstsein und mit einem Fokus auf der Rolle von Daten

nen werden persönliche Daten erhoben. Diese wird in diesem Erklärmodell mit den beiden Konzepten der expliziten und impliziten Datenerhebung beschrieben (siehe Abschnitt 4.2.2 für eine detaillierte Diskussion dazu). Ersteres bezieht sich auf die Bereitstellung und Erzeugung von persönlichen Daten im Sinne des Handlungsziels des Nutzenden. Im Gegensatz dazu findet die implizite Datenerhebung parallel zum eigentlichen Handlungsziel des Nutzenden statt und beschreibt ein Tracking (z.B. des Interaktionsverhaltens) sowie das Generieren neuer Daten durch einfache Datenoperationen zum Ableiten von Daten aus bekannten Daten sowie mit statistischen Verfahren (inkl. ML) zum Vorhersagen von Daten (z.B. des zukünftigen Verhaltens). Hervorzuheben ist bei diesen beiden Arten ist insbesondere die implizite Datenerhebung, die durch das Generieren, Ableiten und Vorhersagen neuer Daten äußerst relevant für die Interaktionssysteme sind, wie etwa die Diskussion zu den Wechselwirkungen gezeigt hat (siehe Abschnitt 4.2.3). Es stellt sich eventuell die Frage nach der Wahl der Begrifflichkeit der Datenerhebung, obwohl damit auch Prozesse des Generierens neuer Daten bezeichnet werden. Diese Wahl hat sich vor allem wegen der geringen Komplexität der gemeinsamen Bezeichnung für beide Arten der Datenerhebung im Laufe des Vorhabens durchgesetzt. So erlauben diese Perspektiven beispielsweise eine Anwendung auf relativ einfache Datenoperationen, in denen etwa ML nicht direkt eine Rolle spielen, aber für Datenbewusstsein dennoch interessant sind. Die beiden Arten können also bereits mit wenig Verständnis komplexer datengetriebenen Methoden gelernt und angewendet werden und zum Beispiel zu einem späteren Zeitpunkt mit weiteren Kenntnissen über andere datengetriebene Methoden erweitert werden.

Neben der Erhebung und Generierung von Daten wird in dem Erklärmodell die Datenverarbeitung betrachtet. Diese wird in drei Schritte unterteilt: (1) Die erhobenen Daten werden mit datengetriebenen Methoden verarbeitet, (2) wodurch in der Regel ein Beitrag für die Konstruktion der Datenmodelle über Nutzende entsteht und (3) anschließend werden die Daten und Datenmodelle in dem Interaktionssystem verwendet. Die Datenverarbeitung mit datengetriebenen Methoden kann dabei verschiedene Methoden und Ansätze umfassen, wie etwa einfache Datenoperationen oder komplexere ML-Verfahren. Die entstehenden Datenmodelle über Individuen sind modellhafte, selektive Repräsentationen, die sich sowohl auf explizit erhobene als auch implizit erhobene Daten stützen und somit

auch erweiterte Modellierungen des Nutzenden sind, wie etwa bezogen auf Vorhersagen für persönliche Eigenschaften oder zukünftiges Verhalten (siehe Abschnitt 4.2.2 für eine detaillierte Diskussion dazu). Sie verändern sich im Verlauf der Interaktion dynamisch und haben durch die Verwendung in den Interaktionssystemen einen erheblichen Einfluss auf die Interaktion. In der Interaktion können diese zum Beispiel für Personalisierungen und Adaptionen des ddA genutzt werden und haben somit eine prägende Wirkung auf den weiteren Interaktionsverlauf. Verschiedene Datenmodelle können in Relation zueinander gesetzt werden, wie etwa im Rahmen der Vorhersagemodelle diskutiert, und können in anderen Kontexten genutzt werden.

Die Verarbeitung der persönlichen Daten und Verwendung der Datenmodelle in dem Interaktionssystem oder auch anderen Kontexten unterliegen verschiedenen Zwecken und Intentionen. In dieser Arbeit wird zwischen primären und sekundären Zwecken unterschieden (siehe Tabelle 4.3 für eine detaillierte Gegenüberstellung dazu). Während sich die primären Zwecke auf die Nutzung und Funktion des ddA beziehen (z.B. Generieren der Rückmeldung des ddA), befassen sich sekundäre Zwecke mit darüber hinausgehenden Zwecken, wie die Weiterentwicklung des ddA, andere kommerzielle Interessen oder die Verwendung der Daten in anderen Kontexten. Durch den Bezug der primären Zwecke an die Interaktion, sind diese für Nutzende eher einsehbar als die oft intransparenten sekundären Zwecke. Diese verschiedenen Zwecke leiten die verschiedenen Schritte der Datenerhebung und insbesondere der Datenverarbeitung.

Diese verschiedenen Konzepte zur Rolle von Daten in den Interaktionssystemen mit ddA bilden eine spezifische Perspektive. Zu diesen Konzepten ist anzumerken, dass die Ausgestaltung von Unterricht zu diesen Konzepten im Detail verschiedene Aspekte aufgreifen kann. Zum Beispiel ist die implizite Datenerhebung sehr vielfältig, sodass dabei etwa das Ableiten und Vorhersagen von Daten mithilfe einfacher Datenoperationen (z.B. Filtern und Sortieren) oder auch komplexer ML-Verfahren wie Neuronale Netze betrachtet werden können. Ein anderes Beispiel stellen die Zwecke dar, so dass für beide Typen der Zwecke verschiedenste Anwendungen und Praktiken für solche persönliche Daten aufgegriffen werden können. Diese Perspektive mit den verschiedenen Konzepten soll also ermöglichen, verschiedene Präzisionslevel und Komplexitätsstufen (insbesondere hinsichtlich der Architekturperspektive) aufzugreifen, ohne das Erklärmodell selbst abändern zu müssen.

Das Erklärmodell für Datenbewusstsein, wie in Abbildung 4.11 dargestellt, wurde im Laufe des Vorhabens immer wieder in wissenschaftlichen Kontexten mit anderen Forschenden und in Lehrkräftefortbildungen und -workshops mit Lehrkräften diskutiert sowie in Unterrichtsvorhaben und Zyklen genutzt, um etwa die Verständlichkeit für Schüler:innen zu prüfen und dessen Wirkung zu evaluieren. Bei Letzerem ging es allerdings meist nur um einzelne Konzepte in dem Modell (z.B. Umgang mit expliziter und impliziter Datenerhebung).

In dem Erklärmodell wurde zusätzlich zu den beschriebenen Konzepten ein Pfeil zum Reflektieren der Rolle von Daten und der eigenen Rolle ergänzt, womit eine Anknüpfung an die Zielsetzungen von Datenbewusstsein hergestellt werden soll, um unter anderem auch den Zweck des Erklärmodells zu unterstreichen. In den Zielsetzungen wurden mehrere Theorieelemente beschrieben, mit denen zu dem übergeordneten Ziel der selbstbestimmten, mündigen und verantwortungsvollen Handlungsfähigkeit beigetragen werden soll. Als wichtiger Schritt ist das Verstehen und Reflektieren dieser Interaktionssysteme

beziehungsweise insbesondere der Rolle von Daten darin zu betonen. So soll das Erklärmodell als Perspektive auf ddA dienen, mit denen Schüler:innen ihre Aufmerksamkeit auf mehrere relevante Aspekte richten, sich mit diesen Auseinandersetzen (z.B. ein ddA dahingehend zu untersuchen), was eine Grundlage für Verstehen und Reflektieren und somit für die Handlungsfähigkeit bildet.

4.4.3 Didaktischer Ansatz zum Lernen des Erklärmodells

In diesem Abschnitt wird nun der didaktische Ansatz für Datenbewusstsein beschrieben, der im Kern das Lernen des zuvor erläuterten Erklärmodells umfasst. Dabei werden verschiedene Designmerkmale (DM)⁷ herausgestellt, die im Verlauf der Zyklen aus den Unterrichtsvorhaben und den Erfahrungen dazu abgeleitet wurden.

Zunächst galt das Erklärmodell der Entwicklung der Unterrichtsvorhaben und -materialien sowie der Befähigung von Lehrkräften zur Durchführung der Unterrichtsvorhaben. Wie beschrieben, wurde das Erklärmodell im Laufe des Vorhabens zunehmend als Unterrichtsgegenstand verwendet. So wurden die einzelnen Konzepte des Erklärmodells bereits früher in den Unterrichtsvorhaben als Lerngegenstand integriert, das Erklärmodell in der visuellen Form (siehe Abbildung 4.11) wurde für Schüler:innen allerdings erst im späteren Verlauf des Vorhabens aufgenommen, was aber eine wichtige Erkenntnis für die Umsetzung dieses Ansatzes des Lernens von Erklärmodellen darstellt.

Zunächst sollten in den Lehr-Lernsituation die einzelnen Konzepte des Erklärmodells thematisiert werden. Eine solche Einführung von Konzepten kann in unterschiedlichen Formen erfolgen. In dieser Arbeit wird ein kontextbasiertes Lernen (im engl. Context-Based Learning) umgesetzt. Das Ziel dabei ist, dass das Lernen des Erklärmodells mit den alltäglichen Situationen der Schüler:innen, in denen sie mit ddA interagieren, in Verbindung gebracht wird und so die Anwendung des Erklärmodells im eigenen Alltag unterstützt werden soll. Ansätze zum kontextbasierten Lernen oder auch für Lernen im Kontext sind in der Didaktik schon lange verbreitet (z.B. Bennett et al., 2007; Gilbert, 2006) und findet sich so auch in der Informatikdidaktik wieder, wie etwa klassischerweise im Rahmen von Projektunterricht oder problembasiertem Lernen (z.B. Guzdial, 2010; Koubek et al., 2009; Nijenhuis-Voogt et al., 2021). Konzepte oder allgemein Inhalte werden demzufolge in für die Schüler:innen authentische und bedeutungsvolle Kontexte oder Situationen eingebettet, etwa mit Bezug zu eigenen Alltagserfahrungen. Im Rahmen des Informatik im Kontext Ansatzes wurde diesbezüglich beschrieben, dass der Kontext eine Orientierung für den Unterricht bietet (Koubek et al., 2009). Dadurch sollen gerade die Lernerfahrungen aus dem Unterricht mit den Perspektiven aus dem Alltag der Lernenden verknüpft werden (vgl. Gilbert, 2006; Nijenhuis-Voogt et al., 2021). Zu betonen sei dabei, dass der Kontext nicht nur als Motivation für den Einstieg in eine Auseinandersetzung mit Fachinhalten gesehen wird, sondern gerade das Lernen über die Intervention hinweg eingebettet in diesen Kontext stattfindet (vgl. Koubek et al., 2009). Dafür wird in dieser Arbeit ein ddA gewählt, mit dem die Schüler:innen aus ihrem Alltag vertraut sind, um die

⁷Im Rahmen des DBR-Ansatzes wird üblicherweise von Design Principles gesprochen, diese werden allerdings in der Regel als empirisch überprüfte Charakteristiken des Designs verstanden. Diese empirische Untersuchung von einzelnen Aspekten in den Unterrichtsvorhaben war allerdings, wie in Abschnitt 3.3 erläutert, nicht der Fokus dieser Arbeit. Zur Abgrenzung dazu wird an dieser Stelle daher von Designmerkmalen gesprochen.

Anknüpfung an die alltäglichen Perspektiven zu unterstützen und Schüler:innen die Möglichkeit zu geben, Erfahrungen zum Fokuswechsel und entsprechend dem Untersuchen und Reflektieren dieses Interaktionssystems machen zu können. Die kontextuelle Betrachtung in dieser Arbeit bezieht sich demnach auf alltägliche Interaktionssysteme beziehungsweise solche Situationen der Interaktion mit ddA, die im Rahmen der Unterrichtsvorhaben aufgegriffen werden. Ein wichtiger Grund dafür ist, dass die Betrachtung der Zwecke, Bedeutung und Implikationen der ddA erfordern, den Kontext des digitalen Artefakts in den Blick zu nehmen, wie etwa der Ansatz der dualen Natur technischer Artefakte begründet (vgl. Kroes, 1998). Auf diese Weise kann zudem das Erklärmodell, bei dem ebenfalls die Einbettung der ddA in den Interaktionssystemen ein zentrales Element darstellt, an diese alltäglichen Situationen der Interaktionen der Schüler:innen mit ddA anknüpfen.

Es sollte also festgehalten werden, dass die Schüler:innen das Erklärmodell schrittweise anhand dessen Konzepten lernen und dazu ein kontextbasiertes Lernen umgesetzt werden kann. Dies führt bereits zu zwei Designmerkmalen für die Unterrichtsvorhaben für Datenbewusstsein, wie sie im Laufe dieses Vorhabens erarbeitet wurden.

DM1: Die Schüler:innen lernen das Erklärmodells schrittweise entlang der Konzepte des Erklärmodells.

DM2: Das Lernen der Konzepte des Erklärmodells ist in einen Kontext eingebettet, für den ein Interaktionskontext mit einem ddA aus dem Alltag der Lernenden betrachtet wird, wobei die Alltagserfahrungen und -perspektiven der Schüler:innen aufgegriffen werden.

Bei solchen kontextbasierten Ansätzen kann das Problem aufkommen, dass Schüler:innen im Wesentlichen nur kontextspezifisches Wissen lernen (Guzdial, 2010). Bezogen auf das Einbinden von digitalen Artefakten aus dem Alltag der Lernenden als Kontextbeispiele könnte dies etwa bedeuten, dass die Schüler:innen vor allem etwas über diese konkreten digitalen Artefakte lernen, sodass die Gefahr besteht, dass dieses Wissen mit technologischen Weiterentwicklungen obsolet werden kann. So sollten die Interventionen das Lernen auf konzeptioneller Ebene über ddA und insbesondere die Rolle von Daten darin hervorheben, sodass also die zu lernenden Konzept deutlich gemacht werden müssen.

Um das Lernen von Konzepten und die Kontexte auszubalancieren sollten Wechsel zwischen den abstrakten zu lernenden Konzepten und dem exemplarischen Kontext stattfinden. Dies wird etwa mit den Begrifflichkeiten der Dekontextualisieren und Rekontextualisieren beschrieben (siehe z.B.: Koubek et al., 2009; Nijenhuis-Voogt et al., 2018; Rick et al., 2012). Während Dekontextualisierung die Abstraktion aus dem Kontext in die fachlichen Perspektive auf Konzepte beschreibt, geht es bei Rekontextualisierung um die Überführung und Interpretation von fachlichen Konzepten in konkreten Kontexten. Dieser Wechsel zwischen abstrakten Konzepten und den Kontexten erinnert an den Ansatz der Semantic Waves (vgl. Maton, 2013), der unter anderem auch im wissenschaftlichen Diskurs der Informatikdidaktik Anwendung findet (z.B. Curzon et al., 2020; Fincher et al., 2020; Waite et al., 2019). Dieser Ansatz beschreibt die Übergänge zwischen den Ebenen der semantischen Dichte (d.h. der Verdichtung oder Komplexität des Wissens) und der semantischen Schwere (d.h. der Beziehung zu einem Kontext) (vgl. Maton, 2013). Dabei wird also insbesondere zwischen einer abstrakten und formalen Ebene sowie einer

4.4 DIDAKTISCHER ANSATZ ZUR FÖRDERUNG VON DATENBEWUSSTSEIN

konkreten und alltagssprachlichen Ebene unterschieden. Konkret kann das beispielsweise bedeuten, dass in einer Intervention mit der Einführung oder Einleitung zu einem abstrakten Konzept begonnen, dieses dann anhand eines konkreten Beispiels erarbeitet und die Erkenntnisse anschließend auf das abstrakte Konzept zurückgeführt werden. Dieses Wechseln zwischen der abstrakten und konzeptionellen Ebene und dem Beispielkontext kann als eine Welle dargestellt werden, woher der Begriff dieses Ansatzes kommt (siehe Abbildungen in: Curzon et al., 2020; Maton, 2013). Die Übergänge zwischen den beiden Ebenen werden mit unpacking und repacking bezeichnet, wobei Ersteres das Spezifizieren in den Kontext und Letzeres das Verallgemeinern der kontextuellen Betrachtung auf die konzeptionelle Ebene beschreibt (vgl. Maton, 2013) (siehe auch Beispielaktivitäten in: Curzon et al., 2020). Bezogen auf die Konzepte für Datenbewusstsein könnte dies zum Beispiel bedeuten, dass zunächst eine Unterrichtsphase mit damit eingeleitet wird, dass in dieser Phase die Datenerhebung durch ddA betrachtet wird (konzeptionelle Ebene), die Schüler:innen anschließend in Aktivitäten zu einem exemplarischen ddA konkret die dort erhobenen Daten erarbeiten (konkrete Kontextebene) und davon ausgehend anschließend die Konzepte der expliziten und impliziten Datenerhebung abstrahiert werden (konzeptionelle Ebene). Damit würde diese Phase der Idee der Semantic Waves folgen. Diese Schritte des un- und repacking sind ähnlich zu den zuvor genannten Ideen der Re- und Dekontextualisierung ist. So beschreiben beide Ideen einen Wechsel zwischen konzeptionellen und kontextuellen Ebenen in Lehr-Lernsituation. Für das Lernen des Erklärmodells bedeutet das konkret:

DM3: Die Konzepte werden am Beispiel des gewählten Interaktionskontextes erarbeitet und auf konzeptioneller Ebene verallgemeinert.

Bisher ging es im Wesentlichen um das Lernen des Erklärmodells und dessen Konzepte. In Orientierung an die Zielsetzungen von Datenbewusstsein, sollen Schüler:innen diese in alltäglichen Situationen anwenden können, um ddA zu verstehen, die Interaktionssysteme zu reflektieren und eine Handlungsfähigkeit zu entwickeln. Das heißt, das Erklärmodell soll für Interaktionssysteme mit ddA angewendet werden und dadurch insbesondere das Verstehen und Reflektieren über ein solches Interaktionssystem unterstützen. Um dies hervorzuheben, wenden die Schüler:innen das Erklärmodell in einer abschließenden Phase auf weitere ddA aus ihrem Alltag an, wobei sie dies im Wesentlichen als eine analytische Perspektive auf diese ddA zum Verstehen der Rolle von Daten anwenden und darauf aufbauend diese Interaktionssysteme reflektieren. Dies soll ebenfalls dazu beitragen, das konzeptionelle Verständnis des Erklärmodells im Vergleich zu dem kontextuellen Wissen über die betrachteten ddA zu fördern. Dies führt zu folgendem Designmerkmal:

DM4: Die Schüler:innen wenden das Erklärmodell auf weitere Beispiele für ddA aus ihrem Alltag an.

Zusammengenommen führt dies zu einem schematischen Ansatz für Unterrichtsvorhaben, in denen das Erklärmodell für Datenbewusstsein im Sinne der Zielsetzungen des Konzepts gelernt und angewendet wird. Dieser Ablauf wird in der Abbildung 4.12 zusammengefasst. Dort wird als verbindendes Element zwischen Lernen der Konzepte des Erklärmodells und der Anwendung dessen auf weitere Beispiele ein Schritt zum Zusam-

mentragen der verschiedenen Konzepte ergänzt. In dieser Phase sollten die Konzepte zu dem Erklärmodell in der visualisierten Form zusammengetragen werden, wodurch eine holistische Perspektive auf diese Interaktionssysteme gefördert werden soll. Bezogen auf den Verlauf dieses Dissertationsvorhabens ist die Erkenntnis für eine solchen Zusammenführung der Konzepte und Reflexion des Erklärmodells erst im dritten Zyklus aufgekommen (siehe Kapitel 8). Es sei nochmal darauf hingewiesen, dass im ersten Teil des Ansatzes (Lernen der Konzepte des Erklärmodells) die verschiedenen Konzepte schrittweise gelernt werden. Wie in der Abbildung 4.12 dargestellt, kann dies beispielsweise mit Schritten des De- und Rekontextualisierens erfolgen. Dabei können die verschiedenen Konzepte im Sinne verschiedener Komplexitätsstufen unterschiedlich komplexe Datenpraktiken aufgreifen. Zum Beispiel können die Schüler:innen bereits mit dem Durchführen einfacher Datenoperationen, wie das Ableiten persönlicher Informationen durch das Filtern von Daten, erste Erfahrungen und Erkenntnisse für datengetriebene Methoden sammeln und so die Konzepte des Erklärmodells thematisiert werden. In höheren Jahrgangsstufen könnten Schüler:innen dann beispielsweise komplexere datengetriebene Methoden kennenlernen und so deren Verständnis der Konzepte des Erklärmodells erweitert werden. Dies kann aber unabhängig von dem schematischen Ablauf erfolgen, wie die Unterrichtsvorhaben im nächsten Kapitel exemplarisch zeigen werden.



Abbildung 4.12: Abstraktes Vorgehen für die wesentliche Phasierung der beiden Unterrichtsvorhaben (siehe Kapitel 5). Die Pfeile in dem ersten Teil der Abbildung (linke Seite) sollen Schritte der De- und Rekontextualisierung darstellen, mit denen die Schüler:innen die Konzepte des Erklärmodells erarbeiten, wobei die Reihenfolge der thematisierten Konzepte auch abweichen kann.

Zu diesem schematischen Ansatz für die Einführung des Erklärmodells für Datenbewusstsein sollte ergänzend auf die Rolle von Perspektivwechsel hingewiesen werden. Dies betrifft zwei Aspekte: Zunächst sollte für die Betrachtung der Konzepte ein Wechsel zwischen den Perspektiven der Nutzenden und die der Entwickelnden (oder Anbietenden) stattfinden. Dies kann etwa in Orientierung an den Konzepten erfolgen, wie etwa zu den beiden Typen der Zwecke der Verarbeitung der persönlichen Daten (siehe bspw. Tabelle 4.3). Ergänzend dazu können etwa die alltäglichen Perspektiven der Nutzung des ddA betrachtet werden, also etwa eine Funktion eines ddA als Ausgangspunkt gewählt werden, von der aus die Schüler:innen der Frage nachgehen, wie dies funktioniert (siehe für eine ähnliche Argumentation etwa auch: Schulte, 2012). Dies führt zum zweiten Aspekt des Wechsels hinsichtlich der zuvor diskutierten Architektur- und Relevanzperspektive. Dieser

kann sich beispielsweise in den Schritten der De- und Rekontextualisierung beim Lernen der Konzepte manifestieren, wie etwa hinsichtlich der Datenerhebung oder der Verarbeitung mit den Datenmodellen, wobei zwischen der Bedeutung im Interaktionskontext und der technischen Funktionsweise gewechselt wird. So findet etwa eine Kontextbetrachtung und Bewertung der Datenpraktiken (tendenziell eher Relevanzperspektive) und eine Auseinandersetzung mit der Datenerhebung und -verarbeitung, wie etwa die technische Funktionsweise der Datenerhebung oder auch Durchführung konkreter Datenoperationen, im Wechsel statt (tendenziell eher Architekturperspektive). Ergänzend spielt dafür die Reflexion eine wichtige Rolle, sodass etwa die Bedeutung konkreter Datenpraktiken, die sie beispielsweise selbst durchgeführt haben, für den Interaktionskontext reflektiert werden, wie beispielsweise die Bedeutung der Datenmodelle für die Interaktion und die Umsetzung der verschiedenen primären und sekundären Zwecke. Durch die Integration der Architektur- und Relevanzperspektive in dem Erklärmodell, das schließlich die Orientierung für die Unterrichtsgestaltung gibt, wird somit unterstützt, dass neben der eher technischen Betrachtungsweise von Datenoperationen auch die Bedeutungen, Ziele und Intentionen sowie die Auswirkungen thematisiert, reflektiert und so schließlich auch miteinander verknüpft werden.

DM5: Mithilfe des Erklärmodells werden Perspektivwechsel angeregt, insbesondere von der Nutzung von ddA zur Gestaltung von ddA, und damit verbunden das Hinterfragen der Funktionsweise und Zwecke des ddA, was auch das Einnehmen und Wechseln zwischen Architektur- und Relevanzperspektiven umfasst.

Daran knüpft die Frage an, welche Aktivitäten in diesem Prozess zentral sind. Zu dem letzten Teil wurde zuvor beschrieben, dass die Schüler:innen das Erklärmodell als analytische Perspektive anwenden und ddA aus ihrem Alltag untersuchen. Das könnte beispielsweise in Anlehnung an den Ansatz des Computational Empowerments als eine Aktivität zum Decoding interpretiert werden (vgl. Dindler et al., 2020, 2023). Neben solchen explorierenden und analysierenden Aktivitäten spielen aber auch eigene Erfahrungen zu Datenoperationen eine Rolle, was im ersten Teil des schematischen Ablaufs stattfinden könnte (siehe Coding Perspektive beim Computational Empowerment (vgl. Dindler et al., 2020)). Selbst einfache Datenoperationen durchzuführen kann wertvolle Erkenntnisse dahingehend liefern, wie beispielsweise aus persönlichen Daten weitere Daten abgeleitet werden können. Komplexere Datenoperationen selbst durchzuführen, wie etwa ML-Verfahren, kann als Teil einer Unterrichtsintervention für Datenbewusstsein ein ambitioniertes Ziel darstellen, gleichwohl es durchaus relevante Erkenntnisse und Erfahrungen liefern kann. Durch entsprechende Hilfestellungen können die Schüler:innen allerdings früh erste Erfahrungen zu komplexeren Datenoperationen sammeln, wie etwa in einer der Unterrichtsvorhaben dieser Arbeit zu sehen ist (siehe Abschnitt 5.3). Hilfreich können diesbezüglich beispielsweise entsprechende didaktisch aufbereitete Tools sein, in denen Schüler:innen ohne viele (Programmier-) Vorkenntnisse Datenoperationen durchführen und datengetriebenen Methoden kennenlernen können (z.B. Gresse Von Wangenheim et al., 2021; Hitron et al., 2019; Kaspersen, Bilstrup et al., 2021; Zimmermann-Niefield et al., 2019); etwa folgend der Idee der „low floors, high ceiling, and wide walls“ (siehe: Resnick & Silverman, 2005). Das Lernen des Erklärmodells für Datenbewusstsein schließt also auch solche verschiedenen Perspektiven der Interaktion mit ddA ein, was zu folgendem Designmerkmal führt.

DM6: Als Teil der Erarbeitung des Erklärmodells führen die Schüler:innen verschiedene Aktivitäten zwischen Explorieren, Analysieren, Bewerten sowie auch Kennenlernen und Durchführen eigener Datenoperationen beziehungsweise datengetriebener Methoden durch.

Anknüpfend an diese verschiedenen Aktivitäten und Rollen der Interaktion mit ddA, geht es bei Datenbewusstsein um die Entwicklung einer Handlungsfähigkeit (siehe Abschnitt 4.3.5 für detailliertere Erklärungen dazu). Dies umfasst insbesondere, dass die Schüler:innen in der Lage sind, mithilfe des Verstehens und Reflektierens der Interaktionssysteme mit ddA auch zu einer Handlungsfähigkeit kommen. Ein erster Schritt dabei ist, die eigene Rolle in diesen Interaktionssystemen zu reflektieren (siehe für die verschiedenen Rollen etwa: Dindler et al., 2020; Fischer & Giaccardi, 2006; Schulte & Budde, 2018). Zum Beispiel umfasst dies auch das Erkennen von Handlungsmöglichkeiten zwischen Nutzen und Gestalten. Verschiedene Möglichkeiten dazu wurden beispielsweise im Rahmen der Diskussion zur Wechselwirkung in diesen Interaktionssystemen in Abschnitt 4.2.3 diskutiert. Wichtig dabei ist, dass die Betrachtung von Handlungsmöglichkeiten auf einem Verständnis über ddA beruht und ausdrücklich nicht im Sinne zu lernender Regeln für die Benutzung zu verstehen ist. Letzteres wird in dieser Arbeit in Anlehnung an die Zielsetzungen des Konzepts nicht im Sinne des Verständnisses von Selbstbestimmung verstanden. Da die Wahl von Handlungsmöglichkeiten auch eine Position zu den ddA und den Datenpraktiken umfasst, sollte beispielsweise in Orientierung an den Beutelsbacher Konsens für politische Bildung erwähnt werden (dieser umfasst unter anderem ein Überwältigungsverbot) (vgl. Bub-Kalb et al., 2017), dass Schüler:innen selbstständig Meinungen und Urteile gegenüber der ddA und deren Datenpraktiken gewinnen können sollen und diese nicht durch die Lehrkräfte vorgeschrieben werden dürfen.

DM7: Mithilfe der Reflexion der Interaktionssysteme im Sinne der Perspektive des Erklärmodells, reflektieren die Schüler:innen auch ihre eigene Rolle in diesen Interaktionen, was etwa das Ableiten von Handlungsmöglichkeiten aus dem vorherigen Verstehen und Reflektieren der Rolle von Daten umfasst.

Zusammenfassend besteht der Kern des didaktischen Ansatzes für Datenbewusstsein also darin, dass die Schüler:innen ein Erklärmodell für die Interaktionssysteme mit ddA lernen, das schließlich für ihren Alltag bedeutsam und in Interaktionen mit ddA anwendbar sein soll. Das Lernen dieses Erklärmodells kann in verschiedenen Arten und Weisen erfolgen. Ausgehend von den Unterrichtsvorhaben und den Erfahrungen aus den Zyklen dieses Dissertationsvorhabens hat sich ein schematischer Ansatz als sinnvoll erwiesen, bei dem die Schüler:innen zunächst schrittweise die Konzepte des Erklärmodells eingebettet in einem Interaktionskontext mit einem ddA erarbeiten, dieses Konzepte zu dem Erklärmodell zusammengetragen werden und sie dieses Erklärmodell anschließend auf ein weiteres ddA aus ihrem Alltag im Sinne einer analytischen Perspektive anwenden. Beim Lernen des Erklärmodells sieht der Ansatz darüber hinaus eigene Aktivitäten in der Auseinandersetzung mit Daten vor, um eigene Erfahrungen zu erweitern und einen Perspektivwechsel zu unterstützen. Wie bereits in den Zielsetzungen von Datenbewusstsein angesprochen, spielt das Reflektieren eine große Rolle, sodass etwa das Reflektieren der eigenen Rolle bezogen

4.4 DIDAKTISCHER ANSATZ ZUR FÖRDERUNG VON DATENBEWUSSTSEIN

auf die betrachteten Beispiele für ddA als Aktivität ergänzt wird, wodurch zudem die Rückbindung des Gelernten in den Alltag unterstützt werden soll. Wie dieser Ansatz nun konkret zur Förderung von Datenbewusstsein im Informatikunterricht umgesetzt werden kann, zeigt zunächst das folgende Kapitel 5, in dem zwei Unterrichtsvorhaben dieser Arbeit vorgestellt werden, sowie verdeutlichen anschließend die danach erläuterten Zyklen.

Unterrichtsvorhaben zum Konzept Datenbewusstsein

Hinweis zur vorherigen Veröffentlichung von Teilen dieses Kapitels

Die Unterrichtsvorhaben, die in diesem Kapitel beschrieben werden, wurden im Rahmen des Projekts Big Data und Data Science (www.prodabi.de) veröffentlicht.^a

^aDie Versionen der Unterrichtsvorhaben aus diesem Dissertationsvorhaben sind hier zu finden: <https://lhoeper.github.io/Datenbewusstsein-Unterrichtsvorhaben/>

Zusammenfassung dieses Kapitels

In diesem Kapitel werden die zwei Unterrichtsvorhaben vorgestellt, die im Rahmen dieses Dissertationsvorhabens entwickelt, als Interventionen in den Zyklen eingesetzt und kontinuierlich weiterentwickelt wurden. Sie stellen konkrete Umsetzungen des zuvor beschriebenen didaktischen Ansatzes für Datenbewusstsein dar. Es werden die grundlegenden Ideen der Unterrichtsvorhaben aufgezeigt. Beschrieben werden die finalen Versionen der Unterrichtsvorhaben am Ende des Dissertationsvorhabens. Deren Entwicklung basiert insbesondere auf den Erfahrungen und Erkenntnissen aus den praktischen Erprobungen, empirischen Untersuchungen sowie Diskussionen in Workshops und Fortbildungen für Lehrkräfte.

5.1 Überblick zu den Unterrichtsvorhaben

Im Rahmen dieses Dissertationsvorhabens wurden zur Umsetzung des Konzepts Datenbewusstsein zwei Unterrichtsvorhaben entwickelt. Ausgehend von dem zuvor beschriebenen didaktischen Ansatz für Datenbewusstsein (siehe Abschnitt 4.4) wird in den Unterrichtsvorhaben ein Ansatz zum kontextbasierten Lernen umgesetzt. Alltägliche Situationen der Interaktion mit ddA werden als Beispielkontexte betrachtet. Zur Anknüpfung an die Vorerfahrungen und Alltagsperspektiven der Schüler:innen eignen sich etwa konkrete Beispiele für ddA, die ihnen aus dem Alltag vertraut sind und bei denen persönliche Daten

eine große Rolle spielen. Hierfür kommen verschiedene ddA in Frage, beispielsweise aus dem Bereich der Sozialen Medien, Streamingplattformen, Suchmaschinen oder auch LLM-basierten Chatbots.

Für ein erstes Unterrichtsvorhaben wurde der Kontext der Interaktion mit dem Mobilfunknetz gewählt. Der Grund für die Wahl dieses Kontexts war, dass im Rahmen dieser Interaktion verschiedene persönliche Daten erhoben werden, wie etwa Standortdaten, wozu verschiedene Aspekte aus dem Konzept Datenbewusstsein thematisiert werden können. Diesbezüglich ist die Möglichkeit hervorzuheben, aus bekannten Standortdaten persönliche Informationen über Personen abzuleiten, was beispielsweise aus Sicht der Privatsphäre von Individuen interessante Fragen aufwirft (vgl. Wicker, 2012). Ein weiterer Grund für die Wahl dieses Beispielkontextes ist, dass auch Schüler:innen mit wenigen Vorkenntnissen im Unterricht Erfahrungen dazu sammeln können, wie mithilfe relativ einfacher Datenoperationen (z.B. Filtern von Daten) aus Standortdaten weitere Informationen über eine Person abgeleitet werden können (siehe etwa Beispiele in: Eagle et al., 2009; Wicker, 2012). Dies ermöglicht insbesondere Einsichten in die Konzepte der impliziten Datenerhebung sowie der Datenmodelle über Nutzende.

Bei der Auswahl des Mobilfunknetzes als Beispielkontext für dieses Unterrichtsvorhaben stand zunächst die Auswahl eines digitalen Artefakts aus dem Alltag der Schüler:innen im Vordergrund, bei dem persönliche Daten eine Rolle spielen. Im späteren Verlauf des Dissertationsvorhabens wurde die Bedeutung der Datenmodelle und deren Einfluss auf den Interaktionsverlauf mit ddA erkannt. Dies wird bei dem Beispiel des Mobilfunknetzes nicht deutlich, sodass im Rahmen des Dissertationsvorhabens ein zweites Unterrichtsvorhaben mit einem anderen Beispielkontext entwickelt wurde. Aufbauend auf den Erfahrungen aus dem ersten Unterrichtsvorhaben und dem didaktischen Ansatz für Datenbewusstsein wurde so nach dem ersten Zyklus ein Unterrichtsvorhaben entwickelt, in dem die Verarbeitung persönlicher Daten mithilfe datengetriebener Methoden besser thematisiert werden kann. Konkret wurde für dieses Unterrichtsvorhaben die Nutzung von Streamingplattformen als Beispielkontext gewählt, da Schüler:innen damit aus ihrem Alltag vertraut sind. Aus fachlicher Sicht wurden diesbezüglich Empfehlungssysteme fokussiert, die etwa bei Streamingplattformen zur Gestaltung einer personalisierten Startseite eingesetzt werden. Empfehlungssysteme sind insbesondere hinsichtlich der Personalisierung in ddA für den Unterricht über Datenbewusstsein interessant.

In den beiden Unterrichtsvorhaben wird im Wesentlichen derselbe didaktische Ansatz umgesetzt, der zuvor im Abschnitt 4.4 beschrieben wurde. Diese beiden Unterrichtsvorhaben bilden die Grundlage für die Interventionen in den Zyklen dieser Arbeit. Allerdings werden in den drei Zyklen nicht immer beide Unterrichtsvorhaben verwendet. In dem ersten Zyklus wurde das Unterrichtsvorhaben zum Mobilfunknetz, in dem zweiten Zyklus das Unterrichtsvorhaben zu Empfehlungssystemen und in dem dritten Zyklus beide Unterrichtsvorhaben durchgeführt. Im Detail lassen sich in den Unterrichtsvorhaben zwar verschiedene Schwerpunkte hinsichtlich der Konzepte des Erklärmodells identifizieren, wobei sich der grundlegende Ansatz allerdings stark überschneidet.

Die Verwendung von zwei Unterrichtsvorhaben in dieser Arbeit trägt dazu bei, dass die Ergebnisse in den empirischen Untersuchungen über die verschiedenen Zyklen hinweg mit unterschiedlichen Materialien untersucht und überprüft werden können. Dies unterstützt die Entwicklung eines von den konkreten Unterrichtsmaterialien gelösten didaktischen Ansatzes sowie die Theoriebildung zum Konzept Datenbewusstsein. Auch wenn

nach dem ersten Zyklus das zweite Unterrichtsvorhaben entwickelt wurde, wurde das erste Unterrichtsvorhaben ebenfalls parallel weiterentwickelt, erprobt und in weiteren Zyklen verwendet.

In den nachfolgenden Abschnitten werden die beiden Unterrichtsvorhaben skizziert. Eine vollständige und ausführliche Beschreibung der Unterrichtsvorhaben und deren Materialien würde den Umfang dieses Kapitels übersteigen, sodass dafür an dieser Stelle auf separate Veröffentlichungen der Materialien verwiesen wird.¹

5.2 Kurzdarstellung des Unterrichtsvorhabens zum Mobilfunknetz

Da Schüler:innen bereits früh im Alltag mit ddA in Kontakt kommen, richtet sich das erste Unterrichtsvorhaben an Lernende der Jahrgangsstufen 5 bis 7. Es ist für den Informatikunterricht konzipiert, wurde im Verlauf des Dissertationsvorhabens jedoch auch mehrmals in anderen Unterrichtsfächern verwendet (z.B. Politikunterricht). Die Grundidee des Unterrichtsvorhabens besteht darin, dass die Schüler:innen anhand des Kontextes der Interaktion mit dem Mobilfunknetz das Erklärmodell des Konzepts Datenbewusstsein kennenlernen. Zur Einordnung wird zunächst der fachliche Kontext des Mobilfunknetzes beschrieben, anschließend werden die didaktischen Kernideen des Unterrichtsvorhabens skizziert.²

5.2.1 Fachlicher Kontext

Bei der Nutzung des Mobilfunknetzes sind aus Sicht der Nutzenden im Wesentlichen drei Szenarien relevant: Die Sprachverbindung (Telefonieren), der Austausch von Kurznachrichten und die mobile Datenübertragung (insb. mobile Internetnutzung). Aus technischer Sicht kommt die Anmeldung und Authentifizierung eines mobilen Endgeräts im Mobilfunknetz hinzu, was aus Sicht der Nutzenden in der Regel unbemerkt bleibt. Für eine ausführliche Erklärung und Diskussion zum Aufbau und zur Funktionsweise des Mobilfunknetzes, wie etwa den genauen Prozeduren dieser Szenarien, wird auf die Arbeiten von Behnke et al. (2022) verwiesen. In diesem Abschnitt wird der Aufbau des Mobilfunknetzes skizziert sowie die Funktionsweise exemplarisch für das Telefonieren beschrieben. Der Aufbau des Mobilfunknetzes umfasst insbesondere folgende Komponenten.

Mobiles Endgerät (Mobile Station): Ein Beispiel für ein mobiles Endgerät ist ein Mobiltelefon. Ein solches Gerät besteht aus der Hardwarekomponente sowie einem Subscriber Identification Module (als SIM-Karte oder eSIM) (Behnke et al., 2022, S. 33ff.). Auf dem SIM wird unter anderem eine SIM-spezifische internationale Identifikationsnummer gespeichert, die als International Mobile Subscriber Identity (IMSI)

¹Unterrichtsverläufe und Materialien der Unterrichtsvorhaben können hier eingesehen werden: <https://lhoeper.github.io/Datenbewusstsein-Unterrichtsvorhaben/>

²Zu diesem Unterrichtsvorhaben gab es bereits Vorarbeiten von Carsten Schulte im Rahmen von Lehrveranstaltungen an der Freien Universität Berlin (vgl. zur Kurzbeschreibung einer früheren Version: Schulte, 2012). Die früheren Versionen sind jedoch nicht direkt mit dem aktuellen Unterrichtsvorhaben zum Konzept Datenbewusstsein vergleichbar. Sowohl die Zielsetzungen als auch die Materialien wurden grundlegend verändert und neu entwickelt.

bezeichnet wird. Sie ist nicht zu verwechseln mit der gerätespezifischen International Mobile Equipment Identifier (IMEI), einer eindeutigen Identifikationsnummer des Endgeräts.

Basisstation und Funkzelle: Ein mobiles Endgerät kommuniziert mithilfe von Funksignalen mit Antennen von Basisstationen. Eine solche Basisstation besteht aus einer oder mehreren Antennen sowie der zugehörigen Sende- und Empfangselektronik (vgl. Behnke et al., 2022, S. 27ff.). Mit den Antennen bilden die Basisstationen eine Funkzelle, die ihren Abdeckungsbereich bestimmen. Mobile Endgeräte, die sich innerhalb dieses Bereichs befinden, können mit der jeweiligen Basisstation kommunizieren. Abhängig von den geografischen Gegebenheiten, dem verwendeten Mobilfunkstandard und anderen Faktoren kann die Größe einer Funkzelle zwischen wenigen hundert Metern und mehreren Kilometern variieren (vgl. Behnke et al., 2022).

Kontroll-/Vermittlungsstelle: Neben den Basisstationen besitzt ein Mobilfunknetz verschiedene Kontroll- und Vermittlungsstellen beziehungsweise -stationen. Dies umfasst insbesondere die Mobility Management Entity (MME), die die Steuerung der Datenverbindungen übernimmt und beispielsweise für den Aufbau von Mobilfunkverbindungen verantwortlich ist (Behnke et al., 2022, S. 104ff.). Sie ersetzt unter anderem die in älteren Netzen verwendeten Mobile Switching Centers (MSC) (Behnke et al., 2022, S. 106). Zudem übernehmen spezielle Gateway-Einheiten die Weiterleitung von Datenpaketen.

Datenbanken: Eine wichtige Datenbank im Mobilfunknetz ist der Home Subscriber Server (HSS). Dort werden neben Identifikationsnummern der Teilnehmenden (insb. IMSI) auch Standortdaten von den Basisstationen beziehungsweise der Funkzellen, in denen sich der Teilnehmende zuletzt aufgehalten hat, sowie Verschlüsselungsdaten gespeichert (vgl. Behnke et al., 2022, S. 32). Diese Standortdaten beziehen sich auf die Basisstationen, sind daher vergleichsweise ungenau. Sie dürfen nicht mit präziseren Standortdaten des mobilen Endgeräts (z.B. über GPS) verwechselt werden. Die HSS-Datenbank ist unter anderem für die Authentifizierungen der Teilnehmenden sowie den Abgleich von tariflichen Aspekten zuständig (Behnke et al., 2022, S. 32). Das HSS-System stellt das Nachfolgesystem des Home Location Register (HLR) dar, das bei älteren Mobilfunkstandards (bis 3G) verwendet wurde.

Ein Mobilfunknetz besteht im Wesentlichen aus diesen Komponenten, womit das Kernnetz und das Zugangsnetz gebildet werden, wobei Letzteres die Verbindung zwischen mobilen Endgeräten und den Basisstationen darstellt (Behnke et al., 2022, S. 4). Mit dem Kernnetz werden die internen Verbindungen sowie Verbindungen zu anderen Mobilfunknetzen und Internetservern bereitgestellt (Behnke et al., 2022, S. 31f.).

Wenn nun ein mobiles Endgerät in einem Mobilfunknetz angemeldet und authentifiziert ist (Alltagssprachlich wird in solchen Fällen davon gesprochen, dass das Mobiltelefon „Netz hat“), können die zuvor genannten Funktionen des Mobilfunknetzes genutzt werden. Dabei müssen auch weitere Bedingungen erfüllt werden, wie etwa in Bezug auf Tarifstrukturen, die an dieser Stelle nicht weiter diskutiert werden. Für die Nutzung des Mobilfunknetzes, also beispielsweise das Telefonieren, sind Standortdaten relevant. Dies zeigt sich exemplarisch beim Aufbau einer Mobilfunkverbindung zwischen zwei mobilen Endgeräten.

Eine detailliertere Darstellung eines solchen Prozesses findet sich bei Behnke et al. (2022, S. 40ff.). Zusammengefasst stellt das mobile Endgerät bei einem ausgehenden Anruf – nach einer Kanalzuweisung und der Prüfung der Voraussetzungen – eine Anfrage an die nächstgelegene Basisstation, wobei die Telefonnummer des Empfängers (mobiles Endgerät der anzurufenden Person) mitgeteilt wird. Daraufhin erfolgt unter anderem eine Abfrage beim HSS zu der Identifikationsnummer des Empfängers und der Funkzelle, in der sich das Endgerät befindet oder zuletzt befunden hat. Dabei wird also die Basisstation des Empfängers ermittelt und eine entsprechende Verbindung aufgebaut, woraufhin das mobile Endgerät entsprechend eine Suchanfrage bekommt, was sich in der Regel durch einen visuellen und/oder akustischen Hinweis auf dem Gerät äußert. Die anzurufende Person kann dann das Telefongespräch akzeptieren, woraufhin ein verschlüsselter Sprachkanal zwischen den beiden mobilen Endgeräten bereitgestellt wird.

Wie bereits erwähnt, wird für das Routing durch das Mobilfunknetz im Rahmen des Aufbaus der Mobilfunkverbindung der Standort der Basisstation, mit der das Endgerät aktuell verbunden ist oder zuletzt verbunden war. Die Nutzung der Standortdaten ermöglicht ein effizientes Routing der Verbindungsanfrage. Die Betrachtung dieses Vorgehens verdeutlicht, aus welchen Gründen Standortdaten neben den anderen benötigten Daten bei der Nutzung des Mobilfunknetzes erhoben werden.

Für viele Probleme und Fragen dienen Mobilfunkdaten als wertvolle Datenquelle, weshalb sie unter anderem auch von staatlichen Institutionen genutzt werden. Zum Beispiel können solche Standortdaten für die Analyse der Mobilität und der Bewegungsmuster der Bevölkerung genutzt werden, wodurch beispielsweise bestimmte Statistiken (z.B. Pendlerstatistiken) aufgestellt, staatliche Maßnahmen zur Begrenzung von Pandemien bewertet oder auch Auswertungen und Planungen von Infrastrukturen (z.B. im Verkehr) vorgenommen werden können (z.B. Becker et al., 2013; González et al., 2008; Hadam, 2021; Khatib et al., 2021). Demnach ermöglicht insbesondere die Analyse der Standortdaten einige Zweitverwertungen. Abgesehen von den Auswertung der Standortdaten für die genannten Zwecke, können darüber hinaus auch weitere persönliche Informationen abgeleitet werden, wie etwa zu sozialen Beziehungen (Eagle et al., 2009) oder auch zu persönlichen Gewohnheiten, Vorlieben und Interessen (Wicker, 2012). Hinsichtlich der Verwendung solcher Standortdaten sollte berücksichtigt werden, dass neben den Standortinformationen der Basisstationen mithilfe weiterer Daten (z.B. Signalstärken) auch Abschätzungen auf Adressniveau möglich werden (Wicker, 2012). Dies ist eine von mehreren Möglichkeiten zur Standortbestimmung eines Individuums, zu denen auch WLAN- und Bluetoothdaten, GPS-Signale oder Sensordaten eines Endgeräts (z.B. Beschleunigungssensor) zählen (vgl. Dhein & Grimm, 2017).

Die Idee der Zweitverwertung von Standortdaten aus der Nutzung des Mobilfunknetzes sowie das Ableiten weiterer persönlicher Informationen spielt im Unterrichtsvorhaben eine wichtige Rolle. Dadurch kann unter anderem die Bedeutung von Standortdaten hervorgehoben werden kann.

5.2.2 Didaktische Kernideen und Überblick zum Unterrichtsverlauf

Der Beispielkontext des Mobilfunknetzes bietet in diesem Unterrichtsvorhaben einen Einstieg für die Auseinandersetzung mit der Rolle von Daten in Interaktionen mit alltägli-

chen digitalen Systemen. Dabei werden nur wenige Kenntnisse über technisch komplexere Aspekte von ddA vorausgesetzt, etwa im Hinblick auf komplexe datengetriebene Methoden. Im Beispielkontext spielen zwar verschiedene persönliche Daten eine Rolle, im Unterrichtsvorhaben liegt der Fokus allerdings insbesondere auf Standortdaten. Anhand dieser können in dem Unterrichtsvorhaben beispielsweise erste, relativ einfache Schritte der Datenanalyse (z.B. Filtern und Visualisieren von Standortdaten) verdeutlicht werden. Durch solche Datenoperationen können die Schüler:innen aus solchen Standortdaten weitere Informationen über Personen ableiten, sodass sie schnell erkennen, dass sich aus bestehenden persönlichen Daten unter Umständen sensible Daten abgeleitet lassen. Im Rahmen dieses Dissertationsvorhabens konnte in einer kleineren Studie anhand von Arbeitsergebnissen von Schüler:innen festgestellt werden, dass Schüler:innen mit solchen einfachen Datenoperationen (z.B. Filtern) aus Standortdaten bereits einige weitere persönliche Daten ableiten konnten (siehe: Höper et al., 2022). Somit können bei der Auseinandersetzung mit Standortdaten in diesem Kontext neben der Datenerhebung und den Zwecken der Datenverarbeitung ebenfalls Eigenschaften von Datenmodellen über Nutzende thematisiert werden.

Das Unterrichtsvorhaben ist in drei Teile unterteilt, die nachfolgend beschrieben werden. Ein Überblick zu dem Unterrichtsvorhaben wird in Abbildung 5.1 gegeben.

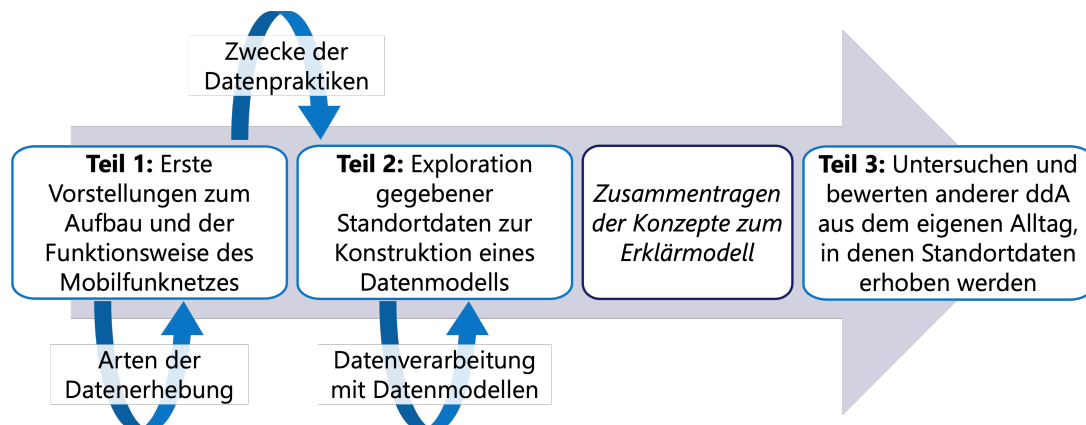


Abbildung 5.1: Überblick über die drei Teile des Unterrichtsvorhabens zum Kontext der Interaktion mit dem Mobilfunknetz

Erster Teil: Dieser Teil hat das Ziel, ein grundlegendes Verständnis für den Aufbau und die Funktionsweise des Mobilfunknetzes zu erarbeiten, wobei insbesondere die Datenerhebung in diesem Interaktionssystem betrachtet wird. Zunächst wird zum Einstieg die Nutzung des Mobilfunknetzes als Beispielkontext eingeführt. Um an die Alltagserfahrungen und -perspektiven der Schüler:innen anzuknüpfen, wird mit einem Gedankenexperiment begonnen. Dabei wird schrittweise die Frage entwickelt, wie beim Telefonieren eine Mobilfunkverbindung zwischen zwei Mobiltelefonen aufgebaut wird. Auf diese Weise sollen die Schüler:innen motiviert werden, die Funktionalität des Telefonierens über das Mobilfunknetz zu hinterfragen. Im Anschluss erarbeiten die Schüler:innen mithilfe eines Erklärvideos den Aufbau des Mobilfunknetzes, wobei neben den mobilen Endgeräten insbesondere die Basisstationen mit ihren Funkzellen, die Kontroll- beziehungsweise Vermittlungsstelle und die Datenbanken eingeführt werden. Das Erklärvideo visualisiert die

einzelnen Komponenten des Mobilfunknetzes und veranschaulicht ihr Zusammenwirken. Die Schüler:innen erstellen daraufhin eine Übersicht zu den Komponenten des Mobilfunknetzes und beschreiben deren jeweilige Rolle beim Aufbau einer Mobilfunkverbindung zum Telefonieren.

Aufbauend auf dem zuvor erarbeiteten Verständnis zum Aufbau des Mobilfunknetzes erfolgt dann eine Erarbeitung der Datenerhebung. Dazu erhalten die Schüler:innen als enaktiven Zugang ein Puzzle, das ein Mobilfunknetz in schematischer und vereinfachter Weise darstellt. Die Schüler:innen erstellen zunächst ein Modell eines Mobilfunknetzes und rekonstruieren damit den Aufbau einer Mobilfunkverbindung zwischen zwei Mobiltelefonen. Eine mögliche Lösung des Puzzles ist in Abbildung 5.2 dargestellt. Auf dieser Grundlage setzen sich die Schüler:innen mit der Frage auseinander, welche Daten in einem solchen Prozess erhoben werden können oder müssen. Mithilfe des Puzzles wird etwa deutlich, dass Standortdaten notwendig sind, um die Basisstation auszuwählen, in deren Funkzelle sich der Empfänger befindet. Schüler:innen wählen diese Basisstation meist zunächst beim Nachstellen des Prozesses intuitiv aus, erkennen allerdings beim Reflektieren des Vorgehens selbstständig die Notwendigkeit, den Standort zu speichern.

Ausgehend von den Ideen der Schüler:innen zu den erhobenen Daten wird im Sinne der Dekontextualisierung auf die Konzepte der expliziten und impliziten Datenerhebung hingeführt, die anschließend auf konzeptioneller Ebene eingeführt werden. Mithilfe dieser Konzepte ordnen die Schüler:innen ihre vorherigen Ideen für die Datenerhebung. Danach wird die Bedeutung der Standortdaten für den Aufbau einer Mobilfunkverbindung diskutiert. In diesem Zusammenhang wird zunächst auf das Konzept der primären Zwecke hingeführt, also unter anderem das Aufbauen einer Mobilfunkverbindung zum Telefonieren. Anschließend wird ebenfalls die Idee der sekundären Zwecke eingeführt, wozu die Schüler:innen Ideen zur möglichen Zweitverwertung der Standortdaten entwickeln. Dies dient zugleich als Überleitung zum nächsten Teil des Unterrichtsvorhabens.

Zweiter Teil: Dieser Teil zielt darauf ab, dass die Schüler:innen eigene Erfahrungen zur Exploration gegebener Standortdaten sammeln. Einerseits lernen sie dabei das Konzept der Datenmodelle über Nutzende kennen und andererseits wird dadurch eine Grundlage für die Diskussion und Bewertung der Erhebung und Verarbeitung von Standortdaten erarbeitet. Anknüpfend an die vorherige Diskussion zu primären und sekundären Zwecken am Ende des ersten Teils wird im zweiten Teil beispielhaft eine Zweitverwertung der Standortdaten thematisiert. Dafür wird an die Frage herangeführt, welche Informationen aus solchen Standortdaten aus dem Mobilfunknetz über eine Person abgeleitet werden könnten.

Die Exploration der Standortdaten aus dem Mobilfunknetz soll mit realen Daten erfolgen, um ein authentisches Bild dieser Daten zu vermitteln und das Interesse der Schüler:innen zu wecken. Dafür werden Standortdaten von Malte Spitz eingeführt, die im Rahmen einer Kooperation mit Journalisten veröffentlicht wurden.³ Ein Ausschnitt dieser Daten ist oben rechts in Abbildung 5.3 dargestellt. Bei der Vorstellung dieser Daten erfahren die Schüler:innen zunächst nicht, von welcher Person die Daten stammen.

Damit die Schüler:innen die Standortdaten eigenständig explorieren können, wurde eine Webanwendung entwickelt. Diese wurde mit einem Jupyter Notebook umgesetzt, das

³Die Mobilfunkdaten von Malte Spitz umfassen ein halbes Jahr und beinhalten insbesondere Standortdaten. Sie wurden im Rahmen des Zeitungsartikels von Biermann (2011) veröffentlicht.

5.2 KURZDARSTELLUNG DES UNTERRICHTSVORHABENS ZUM MOBILFUNKNETZ

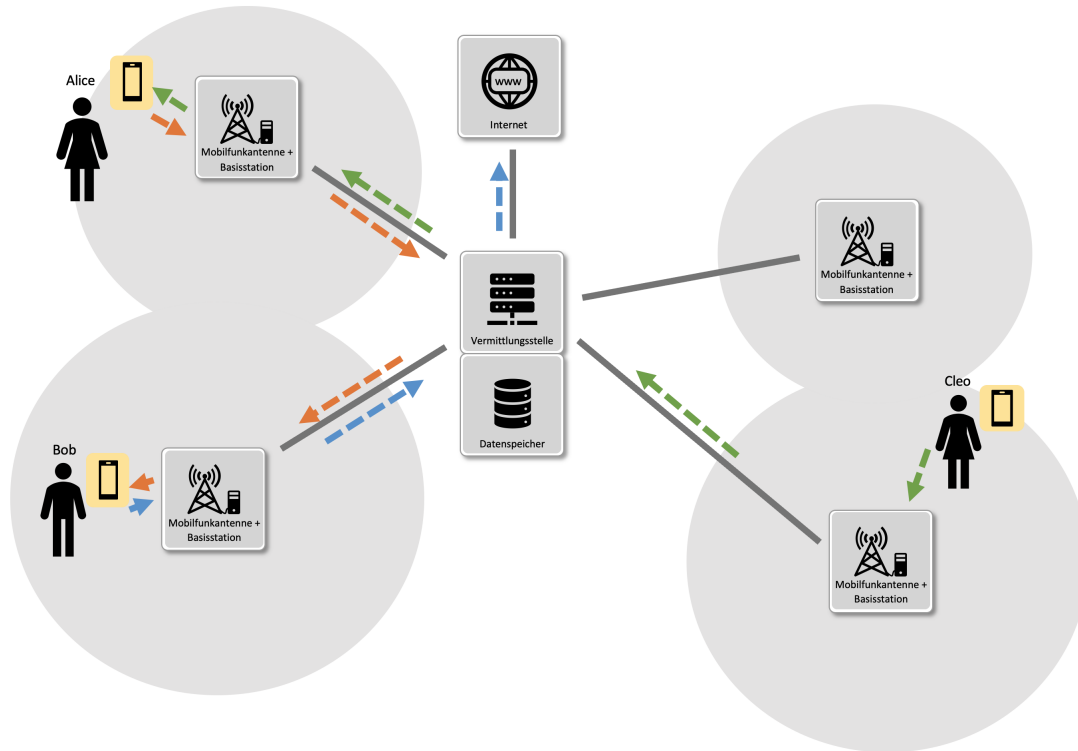


Abbildung 5.2: Puzzle zur Erarbeitung der Funktionsweise des Mobilfunknetzes und der Rolle von Daten darin

als interaktives Arbeitsblatt fungiert.⁴ Sie nutzt ein eigens entwickeltes Python-Paket und ermöglicht die Auswertung von Standortdaten über eine interaktive Explorationsoberfläche. Abbildung 5.3 zeigt diese Oberfläche aus dem Jupyter Notebook. Diese besteht aus drei Teilen: (1) Oben rechts werden die Standortdaten in tabellarischer Form dargestellt, wie sie zuvor eingeführt wurden; (2) unten können die Standortdaten auf einer interaktiven Karte eingeblendet werden (auch mit einer dynamischen Visualisierung) und (3) oben links befindet sich ein Bereich zum Filtern der Standortdaten. Mit dieser Anwendung können die gegebenen Standortdaten über die Zeitstempel gefiltert werden – etwa nach einem bestimmten Zeitraum, Wochentag oder Monats. Die Verwendung der Darstellung der Daten in einer Tabelle und auf einer Karte soll die Vernetzung verschiedener Darstellungsformen für solche Daten unterstützen. Zur Einführung in die Webanwendung wird gemeinsam ein Beispiel zur Exploration von Standortdaten durchgeführt. Als Orientierung für das Vorgehen in dieser Anwendung dient das Modell zur Erkenntnisgewinnung für Datenprojekte von Höper et al. (2021), das vier Schritte zum Gewinnen einer Erkenntnis aus Daten beschreibt (z.B. den Wohnort der Person zu den Standortdaten), die im Wechsel durchgeführt werden können: (a) Fragen stellen und Ideen entwickeln, (b) Daten sammeln und aufbereiten, (c) Explorieren, Analysieren und Konstruieren sowie (d) Interpretieren und Kommunizieren. In diesem Fall stehen insbesondere der erste, dritte und vierte Schritt im Fokus. Im Fokus steht dabei das Formulieren einer Frage, das Filtern und Visualisieren der Daten, das Analysieren der Daten auf der Karte, das Interpretieren

⁴Das Jupyter Notebook sowie das dafür entwickelte Python-Paket sind hier zugänglich: <https://github.com/lhoeper/Datenbewusstsein-UV-Mobilfunknetz.git>

der Daten und Festhalten der Ergebnisse in einem Steckbrief.

Diese Explorationsphase wird durch die Aufgabe geleitet, möglichst viele Informationen über die Person hinter diesen Standortdaten herauszufinden, wodurch kreative Ideen zur Exploration der Daten angeregt werden sollen. In Gruppen erstellen sie dabei einen Steckbrief der Person hinter den Standortdaten, der die Idee der Datenmodelle über Personen veranschaulicht (in diesem Unterrichtsvorhaben wird aus Gründen der altersgerechten Sprache der Begriff des digitalen Doppelgängers verwendet). Durch die Zusammenarbeit in Gruppen soll das Diskutieren über die verschiedenen Ideen und Fragen sowie das Kommunizieren über die Interpretationen angeregt werden, wobei die Schüler:innen innerhalb der Gruppen auch unterschiedlichen Fragen parallel nachgehen dürfen.

Filtere hier die Standortdaten und untersuche sie auf der Karte

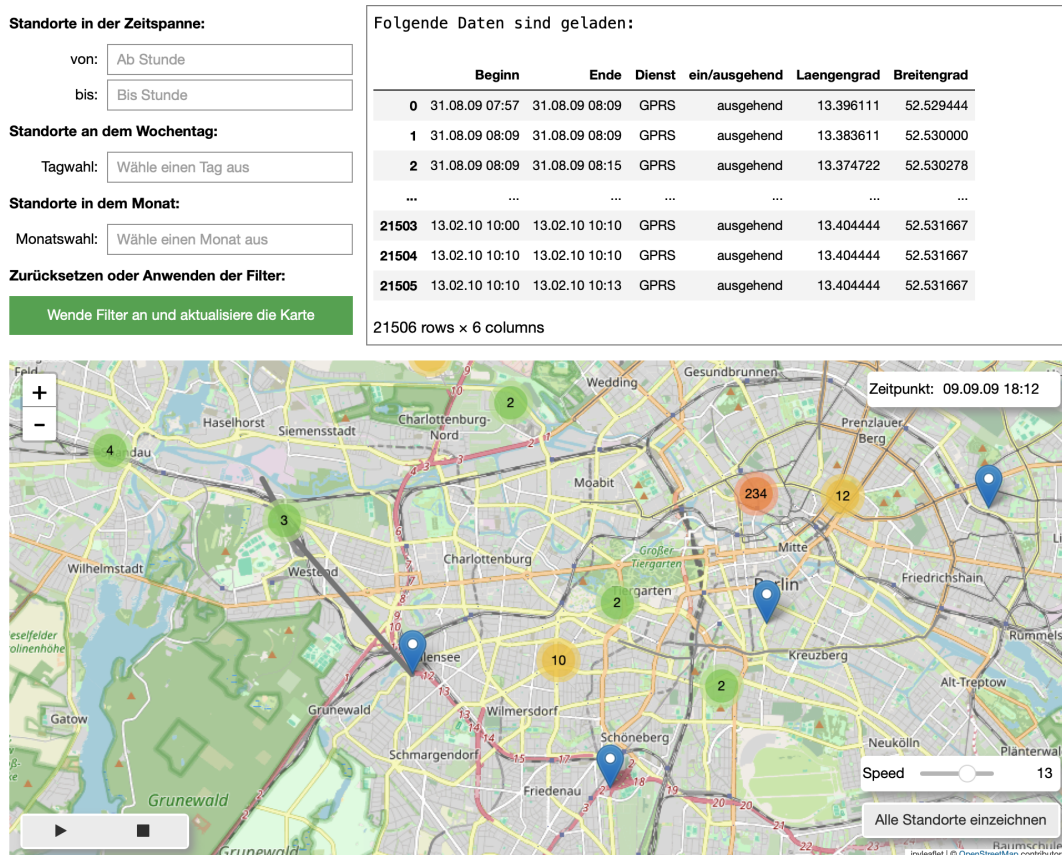


Abbildung 5.3: Jupyter Notebook als interaktive Webanwendung zur Exploration gegebener Standortdaten aus dem Mobilfunknetz

Bei der anschließenden Vorstellung der erarbeiteten Steckbriefe werden die Datenpraktiken gemeinsam reflektiert. Zum einen wird dabei die Zuverlässigkeit der Interpretationen diskutiert und zum anderen die datenschutzbezogenen Regulierungen zur Verwendung solcher Standortdaten zur Profilbildung thematisiert. Letzteres kann mit den Erfahrungen der Schüler:innen aus der eigenen Exploration der Standortdaten nachvollzogen werden. Im Rahmen dieser Exploration wird im Sinne der Dekontextualisierung das Konzept der Datenmodelle (hier als digitaler Doppelgänger bezeichnet) eingeführt und auf den Beispielkontext übertragen.

Dritter Teil: Zuvor haben die Schüler:innen die verschiedenen Konzepte des Erklärmodells für Datenbewusstsein kennengelernt. Der dritte Teil zielt nun darauf ab, dass die Schüler:innen das Erklärmodell als analytische Brille auf Beispiele für ddA aus ihrem Alltag anwenden. Zur Eingrenzung werden zu Beginn dieses Teils Ideen für andere Beispiele für ddA aus dem Alltag der Schüler:innen gesammelt, bei denen Standortdaten erhoben werden. Anschließend sollen die Schüler:innen eines dieser Beispiele wählen und mithilfe des Erklärmodells analysieren. Dafür wird das Erklärmodell basierend auf den zuvor gelernten Konzepten im Sinne einer Zusammenführung eingeführt und könnte so etwa in der visuellen Form (siehe Abbildung 4.4.2) gezeigt werden.

Als Gruppenpuzzle untersuchen und reflektieren die Schüler:innen die gewählten Beispiele für ddA. In den Expertengruppen erarbeiten sie zunächst für ein ddA die verschiedenen Aspekte der Datenerhebung und -verarbeitung im Sinne des Erklärmodells. Je nach Lerngruppe erhalten sie dafür Informationstexte, aus denen die entsprechenden Informationen zur Datenerhebung und -verarbeitung herausgearbeitet werden, oder untersuchen das ddA relativ offen und selbstständig. Anschließend setzen sich die Schüler:innen in gemischten Gruppen zusammen und tauschen sich über die verschiedenen Beispiele aus, vergleichen diese miteinander sowie mit dem vorherigen Beispiel des Mobilfunknetzes und diskutieren abschließend ihre Handlungs- und Entscheidungsmöglichkeiten in den betrachteten Interaktionssystemen mit ddA.

Zum Abschluss werden die betrachteten Beispiele für Interaktionssysteme mit ddA reflektiert, wobei die Schüler:innen aufbauend auf ihren Erkenntnissen aus dem Unterricht eigene begründete Positionen zur Rolle von Daten in diesen Beispielen und ihren eigenen alltäglichen Interaktionen mit solchen ddA einnehmen sollen. Wichtig dabei ist, dass den Schüler:innen an dieser Stelle im Sinne der Selbstbestimmung nach Klafki (2007) sowie Ideen des Beutelsbacher Konsens und ähnlichen Zielen (vgl. Bub-Kalb et al., 2017) keine Position und keine Verhaltensweisen vorgegeben werden sollen. Daher sollen hier keine Handlungsweisen vorgegeben werden, um nicht den Eindruck zu vermitteln, dass es „die“ richtige Entscheidung gibt. Außerdem soll dies so der Idee der situativen Vorstellung des Halt-Stopp-Moments aus der theoretischen Konzeption von Datenbewusstsein gerecht werden. Die Schüler:innen sollen also stattdessen im Sinne Klafkis (2007) selbstständig verschiedene Positionen sowie die Notwendigkeit zur Einnahme einer eigenen Position erkennen und andere Positionen akzeptieren können.

5.3 Kurzdarstellung des Unterrichtsvorhabens zu Empfehlungssystemen

Mit dem zweiten Unterrichtsvorhaben wird ein stärkerer Fokus auf datengetriebene Methoden, wie etwa ML-Ansätze, sowie auf die Bedeutung und Verwendung von Datenmodellen über Nutzende gesetzt. Als Beispielkontext werden Empfehlungssysteme bei Streamingplattformen betrachtet; die konkrete Situation ist demnach die Interaktion mit einer Streamingplattform, bei der beispielsweise zur Generierung der Startseite Empfehlungssysteme eingesetzt werden. Die Zielgruppe dieses Unterrichtsvorhabens sind Schüler:innen der Jahrgangsstufen 8 bis 10. Ähnlich wie beim ersten Unterrichtsvorhaben ist auch in dem zweiten Unterrichtsvorhaben das Ziel, dass die Schüler:innen das anhand des gewählten Kontextes das Erklärmodell des Konzepts Datenbewusstsein kennenlernen. Nachfolgend

wird zunächst der fachliche Kontext betrachtet und anschließend die didaktischen Kernideen des Unterrichtsvorhabens skizziert.

5.3.1 Fachlicher Kontext

Ein weit verbreiteter Anwendungsfall für ML ist das Generieren von Empfehlungen mithilfe von Empfehlungssystemen (Sarker, 2021). Empfehlungssysteme haben als primäres Ziel, eine Auswahl von Elementen zu treffen, die einem Nutzenden als Empfehlungen vorgeschlagen werden können, wie beispielsweise abhängig vom Anwendungskontext bestimmte Inhalte oder Produkte (Ricci et al., 2011). Sie sind beispielsweise im kommerziellen Bereich zu finden, wo mithilfe dieser Systeme Personalisierungen vorgenommen werden, gleichwohl Empfehlungssysteme nicht auf personalisierte Empfehlungen beschränkt sind (z.B. bei Ranglisten von allgemein beliebten Inhalten). Empfehlungssysteme sollen generell die Nutzenden bei der Entscheidungsfindung für die Auswahl von Elementen aus einer großen Anzahl von verfügbaren Elementen unterstützen – wobei im kommerziellen Kontext damit in der Regel entsprechende Geschäftsmodelle verfolgt werden. Die Entscheidung darüber, welche Elemente empfohlen werden, beruht bei einem Empfehlungssystem auf einer Vorhersage darüber, wie gut ein bestimmtes Element zu den individuellen Präferenzen passt (vgl. Ricci et al., 2011).

Für die Umsetzung eines solchen Empfehlungssystems gibt es mehrere Ansätze, die mit unterschiedlichen Verfahren realisiert werden können. Zu diesen Ansätzen zählen im Wesentlichen kollaboratives, inhaltsbasiertes und hybrides Filtern (siehe z.B.: Bobadilla et al., 2013; Portugal et al., 2018; Ricci et al., 2011).

Kollaboratives Filtern: Bei diesem Ansatz werden zur Ermittlung von Vorhersagen und Empfehlungen Ähnlichkeiten zwischen den Nutzenden als Grundlage verwendet (vgl. Portugal et al., 2018; Ricci et al., 2011). Ausgehend von Präferenzen eines Nutzenden (z.B. Bewertungen von Filmen) werden zum Beispiel ähnliche Nutzende identifiziert. Anhand der Daten dieser ähnlichen Nutzenden lassen sich dann Vorhersagen generieren und entsprechende Empfehlungen ableiten. Für das Maß der Ähnlichkeit können beispielsweise persönliche Daten wie Bewertungen oder Verhaltensdaten herangezogen werden. Das kollaborative Filtern wird in der Praxis am häufigsten genutzt (vgl. Portugal et al., 2018) (siehe auch: Ricci et al., 2011, S. 11f.).

Inhaltsbasiertes Filtern: Wenn nun Elemente ausgewählt werden, die ähnlich sind zu denen, die in der Vergangenheit zu den Präferenzen des Nutzenden passten (z.B. angeschaut oder gekauft wurden), dann wird vom inhaltsbasierten Filtern gesprochen (vgl. Portugal et al., 2018; Ricci et al., 2011). Die Ähnlichkeit zwischen Elementen wird über inhaltliche Merkmale der Elemente entschieden (vgl. Ricci et al., 2011). Zum Beispiel können bei Filmen Daten zum Genre oder zu den Schauspielern als Grundlage dienen, sodass einer Person, die sich einen bestimmten Film angeschaut hat, im Anschluss Filme aus dem gleichen Genre empfohlen werden.

Hybrides Filtern: Die beiden Ansätze haben ihre Vor- und Nachteile. Mit einer Kombination der beiden Ansätze (z.B. zur Lösung des Problems beim Umgang mit neuen Nutzenden beim kollaborativen Filtern) wird versucht, die Nachteile bestmöglich

zu beheben (vgl. Portugal et al., 2018; Ricci et al., 2011). Zur Auswahl der empfohlenen Elemente kann also beispielsweise zunächst kollaboratives und ergänzend inhaltsbasiertes Filtern durchgeführt werden.

Neben den zuvor genannten gibt es auch weitere Ansätze, wie etwa demografische Ansätze, bei denen das Filtern anhand von demografischen Informationen über die Nutzenden erfolgt (siehe dafür z.B.: Ricci et al., 2011). Diese werden hier nicht weiter betrachtet.

Der Einsatz von Empfehlungssystemen ist häufig auch mit individuellen und gesellschaftlichen Implikationen verbunden. Dazu zählen beispielsweise die Intransparenz, Risiken hinsichtlich der Privatsphäre der Nutzenden (insbesondere beim kollaborativen Filtern auf der Ebene der Nutzenden), Einflüsse auf die Autonomie der Individuen (z.B. durch Einfluss auf das Verhalten), mangelnde Fairness, mögliche Effekte wie Filterblasen oder auch die problematische Verstärkung der Verbreitung von Fake News (vgl. Milano et al., 2020).

Ein Beispiel für die Verwendung von Empfehlungssystemen ist der Bereich der Streamingplattformen, bei denen sie etwa zur Auswahl der anzuzeigenden Inhalte genutzt werden. Exemplarisch dafür beschreiben Alvino und Basilico (2015) die Idee der personalisierten Startseite für die Plattform Netflix (siehe auch: Gomez-Urbe & Hunt, 2016). Auf einer solchen Startseite werden die Inhalte in horizontalen Reihen dargestellt, die vertikal angeordnet sind. In der Regel beschreiben die Reihen dabei ein Merkmal zur Kategorisierung von Inhalten oder zur Gruppierung der Nutzenden (vgl. Alvino & Basilico, 2015). Die Auswahl der Inhalte in diesem Beispiel erfolgt laut Alvino und Basilico (2015) auf Grundlage von Vorhersagen zur erwarteten Bewertung der Inhalte durch den Nutzenden – unter Einbindung sowohl inhaltsbasierter als auch kollaborativer Ansätze zum Filtern.

Es gibt verschiedenste ML-Methoden, die im Kontext der Empfehlungssysteme oder allgemein der Personalisierung zur Ermittlung der Vorhersagen (z.B. für Filmpräferenzen oder -bewertungen) genutzt werden (siehe z.B.: Jannach et al., 2012; Portugal et al., 2018; S. Zhang et al., 2019). Ein eher einfaches ML-Verfahren für das kollaborative Filtern ist *k*-Nearest Neighbors (*k*-Nearest Neighbors (*k*-NN)). Aufgrund der geringen Komplexität dieses Verfahrens, wird es in diesem Unterrichtsvorhaben integriert, wie etwa auch in anderen Unterrichtsansätzen im Kontext von Data und AI Literacies verwendet (siehe z.B. Bilstrup et al., 2022; Hazzan & Mike, 2022). Daher wird nachfolgend näher darauf eingegangen.

Bei *k*-NN handelt es sich um einen sogenannten „lazy learner“, womit ein ML-Verfahren bezeichnet wird, das alle Trainingsdaten speichert, bei dem aber kein verallgemeinertes ML-Modell trainiert wird (siehe z.B.: Berthold et al., 2020; Ricci et al., 2011; Sarker, 2021). Die grundlegende Idee von *k*-NN ist, in den Daten *k* andere Einträge für einen Eintrag zu finden (z.B. Personen), die am nächsten zu dem betrachteten Eintrag sind. *k* ist dabei der Parameter dieses Verfahrens. Motiviert wird dies dadurch, dass zum Beispiel für Personen davon ausgegangen wird, dass sich Personen mit einem ähnlichen Verhalten (z.B. im Sinne von Interaktionsdaten) – das würde dann „nah“ bedeuten – in Zukunft auch ähnlich verhalten oder ähnliche Präferenzen haben werden. Für die Nähe oder auch Ähnlichkeit zwischen Einträgen wird bei *k*-NN eine Metrik (Abstandsfunktion) verwendet, wie beispielsweise die euklidische Metrik (vgl. Sarker, 2021). In der Abbildung 5.4 ist ein vereinfachtes Beispiel für die Anwendung von *k*-NN zum Finden von Empfehlungen für Filme gegeben. Dort werden anhand von zwei Filmen (Film A und Film B) für den User 7 zwei nächste Nachbarn gesucht (*k* = 2). Dies kann rechnerisch über den Abstand

der Bewertungen von Film A und Film B der anderen User zu User 7 erfolgen. In der grafischen Darstellung (linke Seite der Abbildung) wird dies für die euklidische Metrik im zweidimensionalen Raum als Kreise um den Punkt für User 7 dargestellt. In diesem Beispiel sind die User 2 und 4 die beiden nächsten Nachbarn. Anhand der Bewertungen dieser beiden Nutzenden kann für User 7 ein Vorhersagewert für den Film C berechnet werden (z.B. mit dem arithmetischen Mittel). Mithilfe dieses Vorhersagewertes kann dann die Entscheidung getroffen werden, ob dieser Film C für User 7 als Empfehlung angezeigt werden sollte, also beispielsweise auf der Startseite einer Streamingplattform gelistet werden sollte.

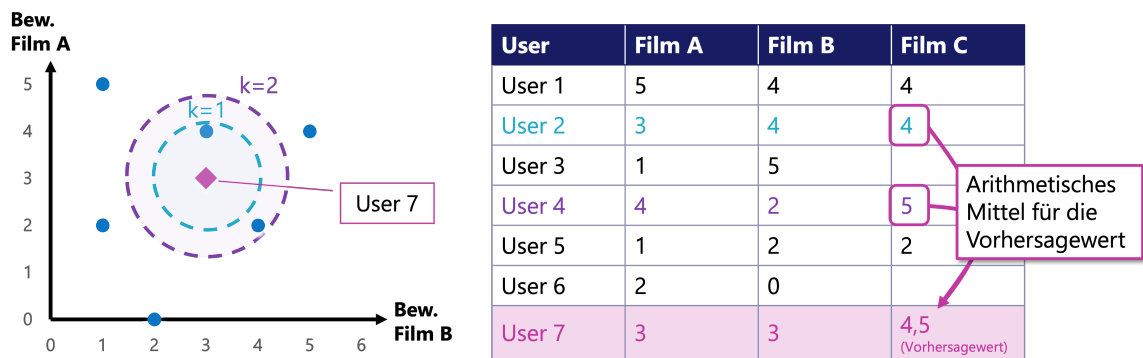


Abbildung 5.4: Beispiel zum Veranschaulichen des Vorgehens für das k -Nearest Neighbor Verfahren mit $k = 2$. Auf der linken Seite wird eine grafische Visualisierung für die Ähnlichkeit oder Nähe der Nutzenden anhand ihrer Bewertungen der Filme A und B gegeben. Auf der rechten Seite wird dasselbe Problem tabellarisch dargestellt, wo rechnerisch der Vorhersagewert für eine mögliche zukünftige Bewertung von User 7 für den Film C beschrieben wird.

Entscheidend bei k -NN ist also zusammenfassend das Finden der k nächsten Nachbarn basierend auf einem Maß für die Ähnlichkeit und das Ermitteln der Vorhersage. Die Wahl des k zum Finden der nächsten Nachbarn spielt dabei eine wichtige Rolle, obwohl es im vorherigen Anschauungsbeispiel übergangen wurde. Zur Wahl des Parameters kann die Genauigkeit der Vorhersagen für gegebene Testdaten mit verschiedenen k getestet und das k mit der besten Genauigkeit gewählt werden (vgl. Berthold et al., 2020, S. 277f.). Neben der Wahl der Abstandsfunktion für die Ähnlichkeit und des k spielt ebenfalls die Entscheidung eine Rolle, wie die Vorhersagen ermittelt werden sollen. In dem vorherigen Beispiel wurde dies mit einem arithmetischen Mittel gelöst, was allerdings auch andere Varianten wie die Mehrheitsentscheidung oder durch Regressionsfunktionen umgesetzt werden kann (vgl. Berthold et al., 2020, S. 279-281). Zusätzlich können Gewichte für die Nachbarn integriert werden, mit denen beispielsweise „nähere“ Nachbarn bei der Ermittlung der Vorhersage stärker berücksichtigt werden als weiter entfernte Nachbarn (siehe dafür z.B.: Berthold et al., 2020, S. 277ff.).

Auch wenn das k -NN Verfahren ein eher einfaches ML-Verfahren für Empfehlungssysteme darstellt, kann es durchaus solide Ergebnisse bei der Vorhersage von beispielsweise Bewertungen der Nutzenden liefern (siehe: Marović et al., 2011). Insbesondere in Anwendungsfällen, in denen eine Erklärbarkeit der Ergebnisse gegeben sein muss, kann k -NN ein hilfreiches Verfahren sein, da die Vorhersagen nachvollzogen werden können (auch wenn

dies mit einer größeren Anzahl von Daten schwieriger wird) (vgl. Barredo Arrieta et al., 2020).

5.3.2 Didaktische Kernideen und Überblick zum Unterrichtsverlauf

Analog zum ersten Unterrichtsvorhaben lernen die Schüler:innen in dem zweiten Unterrichtsvorhaben schrittweise das Erklärmodell kennen, wobei ein Ansatz des kontextbasierten Lernens mit dem beschriebenen Beispielkontext der Streamingplattformen umgesetzt wird. Ein größerer Unterschied zum ersten Unterrichtsvorhaben besteht in der Rolle von datengetriebenen Methoden zur Verarbeitung persönlicher Daten in einem ddA dar, wozu in diesem Unterrichtsvorhaben die Funktionsweise von Empfehlungssystemen thematisiert wird. Damit wird in diesem Unterrichtsvorhaben ein ML-Verfahren als Beispiel für datengetriebene Methoden der Datenverarbeitung aufgegriffen.

In diesem Abschnitt wird das Unterrichtsvorhaben skizziert. Es besteht aus vier Teilen, die als Gliederung für die folgende Beschreibung dienen. In Abbildung 5.5 wird ein Überblick über die vier Teile des Unterrichtsvorhabens gegeben.

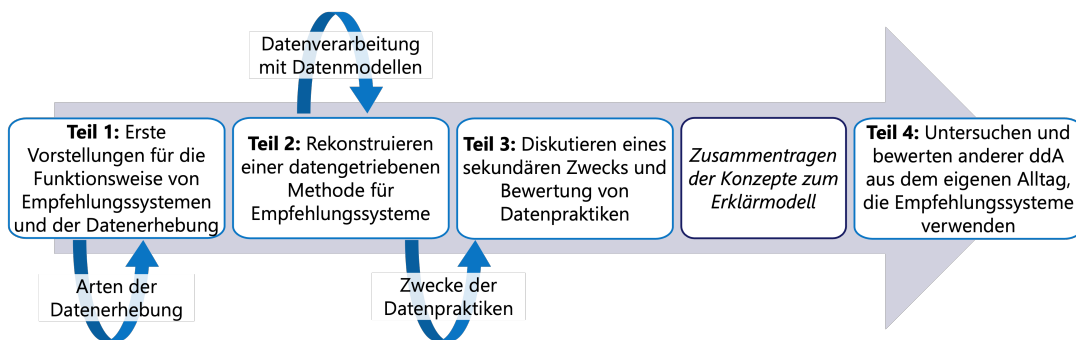


Abbildung 5.5: Überblick über die vier Teile des Unterrichtsvorhabens zu den Empfehlungssystemen

Erster Teil: Zum Einstieg in das Unterrichtsvorhaben wird mithilfe eines Unterrichtsgesprächs in den Beispielkontext der Interaktion mit einer Streamingplattform eingeführt. Dazu wird ein Beispieldbild einer Startseite einer Streamingplattform gezeigt, wie sie aus dem Alltag der Lernenden bekannt ist. Die Schüler:innen beschreiben den Aufbau dieser Startseite und berichten von ihren Erfahrungen mit einer solchen Streamingplattform. Dadurch sollen die Alltagsperspektiven und -vorstellungen der Schüler:innen aufgegriffen werden. In der Regel haben die Schüler:innen bereits Erfahrungen dazu gesammelt, dass eine solche Startseite oft personalisiert wird. Falls dies nicht bekannt ist, wird entsprechend darauf hingeleitet. Anknüpfend daran wird die Frage aufgeworfen, wie eine solche Startseite zustande kommt beziehungsweise wie die entsprechenden Inhalte auf der Startseite ausgewählt werden. Es geht also darum, wie Filmempfehlungen ermittelt werden können.

Geleitet durch ein Arbeitsblatt erarbeiten die Schüler:innen erste Ideen für die Funktionsweise von Empfehlungssystemen. Das Ziel dabei ist, dass sie neben einer ersten Vorstellung zur Funktionsweise auch erste Ideen für die Rolle persönlicher Daten in diesem

Kontext entwickeln. Die Schüler:innen wechseln dafür in dieser Aktivität ihre Perspektive von dem Nutzen einer solchen Plattform hin zu dem Gestalten eines Empfehlungssystems. Die Erarbeitung erfolgt als Partnerarbeit in vier Schritten: Erstens notieren sich zwei Schüler:innen unabhängig voneinander drei Empfehlungen, ohne darüber zu sprechen oder sich diese zu zeigen. Anschließend stellen sie sich gegenseitig genau zwei Fragen, mit denen sie persönliche Informationen über die andere Person erfassen. Drittens überarbeiten sie anhand der Antworten zu ihren Fragen ihre zuvor notierten Empfehlungen. Abschließend tauschen sie sich über ihre Empfehlungen aus und bewerten die Empfehlungen aus dem ersten und dritten Schritt. Anschließend reflektieren die Schüler:innen ihre Erfahrungen aus der Aktivität und diskutieren insbesondere ihre Fragen aus dem zweiten Schritt. Davon ausgehend generieren sie Ideen für die Erhebung von Daten, die für das Ermitteln von Filmempfehlungen hilfreich sein könnten. Dabei werden im Sinne der De- und Rekontextualisierung die Konzepte der expliziten und impliziten Datenerhebung eingeführt und auf den Kontext angewendet.

Zweiter Teil: Nach den ersten Erfahrungen mit dem Auswählen persönlicher Filmempfehlungen aus dem ersten Teil, beschäftigen sich die Schüler:innen nun mit dem Ermitteln von Filmempfehlungen basierend auf persönlichen Daten. Dazu lernen sie im zweiten Teil eine konkrete datengetriebene Methode kennen, mit der solche Empfehlungen durch ein digitales System ermittelt werden können. Es geht also konkret um die Datenverarbeitung für die eingangs aufgeworfene Frage der Gestaltung einer personalisierten Startseite, zu der die Schüler:innen im ersten Teil bereits Vermutungen angestellt haben.

Die Schüler:innen bekommen ein vorbereitetes Jupyter Notebook, das wie im ersten Unterrichtsvorhaben als interaktives Arbeitsblatt dient.⁵ Dort bewerten die Schüler:innen zunächst mehrere Filme, wie in der Oberfläche in Abbildung 5.6 dargestellt, und erhalten dazu entsprechende Filmempfehlungen. Anschließend erarbeiten sie im Jupyter Notebook schrittweise, wie diese Empfehlungen zustande gekommen sind. Für das Jupyter Notebook wurde ein eigenes Python-Paket entwickelt, mit der unter anderem solche Filmempfehlungen basierend auf den Bewertungen der Schüler:innen generiert werden können. Dafür werden Daten mit realen Filmbewertungen verwendet, die als MovieLens 25M Datensatz von der GroupLens Forschungsgruppe veröffentlicht wurden.⁶ Diese Daten umfassen ca. 25 Millionen Bewertungen von über 160 Tausend Personen. Aus verschiedenen Gründen (u.a. Performance des Jupyter Notebooks, Aktualität und Bekanntheit der Filme sowie Einhaltung des Jugendschutzes) wurden die Daten für den Einsatz im Unterrichtsvorhaben selektiert. Dabei wurde unter anderem mithilfe der FSK-Freigaben eine altersgerechte Filmauswahl getroffen.

Für die Erarbeitung der Funktionsweise eines Empfehlungssystems mithilfe des Jupyter Notebooks identifizieren die Schüler:innen anknüpfend an den vorherigen Teil des Unterrichtsvorhabens die hier explizit und implizit erhobenen Daten. Danach beschäftigen sie sich mit k -NN, was hier als Verfahren für das kollaborative Filtern genutzt wird. Auf Basis ihrer Filmbewertungen wird nach ähnlichen Nutzenden gesucht, sodass mit deren Daten Vorhersagen über mögliche Filmbewertungen des jeweils betrachteten Nut-

⁵Das Jupyter Notebook sowie das dafür entwickelte Python-Paket sind hier zugänglich: <https://github.com/lhoeper/Datenbewusstsein-UV-Empfehlungsdienste.git>

⁶Auf der folgenden Webseite wird der Datensatz bereitgestellt und ausführlicher beschrieben: <https://grouplens.org/datasets/movielens/25m/> (Letzter Zugriff: 10.06.2025)

5.3 KURZDARSTELLUNG DES UNTERRICHTSVORHABENS ZU EMPFEHLUNGSSYSTEMEN

zenden (in diesem Fall der/die Schüler:in) berechnet, um darauf aufbauend personalisierte Filmempfehlungen zu generieren. Im Rahmen dieser Erarbeitung lernen die Schüler:innen somit eine ML-Methode zur Erstellung personalisierter Empfehlungen kennen. In diesem Zusammenhang wird das Konzept der Datenmodelle über Nutzende im Sinne der De- und Rekontextualisierung eingeführt und angewendet, wobei in den Materialien der Begriff des digitalen Doppelgängers verwendet wird. In Anlehnung an dieses Konzept erhalten die Schüler:innen im Jupyter Notebook Ansichten der Daten über sie (u.a. ihre Bewertungen und eine UserID), die dann etwa im Rahmen des kollaborativen Filterns mit den Daten anderer Nutzenden in Verbindung gebracht werden. Dafür finden sich diese Daten unter anderem als Zeilen der verwendeten Tabellen wieder, ähnlich wie in dem vorherigen Beispiel zu k -NN gezeigt (siehe Abbildung 5.4). Anhand dieses Prozesses verstehen die Schüler:innen, wie sich Datenmodellen verschiedener Nutzenden verknüpfen lassen und die dadurch möglichen Vorhersagen kennen.

Aufgabe 1
a. **Wähle** drei bis fünf Filme aus und bewerte diese. Lasse dir anschließend personalisierte **Empfehlungen ausgeben**.
b. **Beantworte die folgenden Fragen unter der übernächsten Zelle (gelb).**
1. Welche Daten wurden hier von dir erhoben?
2. Welche Daten wurden bei der Verarbeitung vermutlich noch verwendet?
3. Stelle Vermutungen an: Wie wurden anhand dieser Daten personalisierte Empfehlungen *ermittelt*?

[2]:

```
# Führe diese Zelle aus
meineSteuerung = Steuerung()
meineSteuerung.erstelleEingabemaske()
```

Gib hier Informationen zu Filmen an und lasse Empfehlungen für dich erstellen

Bewerte den 1. Film:
Filmtitel Bewertung 0,5 Sterne

Bewerte den 2. Film:
Filmtitel Bewertung 0,5 Sterne

Bewerte den 3. Film:
Filmtitel Bewertung 0,5 Sterne

Bewerte den 4. Film:
Filmtitel Bewertung 0,5 Sterne

Bewerte den 5. Film:
Filmtitel Bewertung 0,5 Sterne

Gib Empfehlungen für mich aus

Setze meine Bewertungen zurück

Daten über dich
Es sind noch keine Daten über Dich vorhanden.

Deine Empfehlungen
Bewerte Filme und lasse dir hier Empfehlungen ausgeben.

Abbildung 5.6: Ausschnitt aus dem Jupyter Notebook, die eine Oberfläche zeigt, in der Schüler:innen selbst ausgewählte Filme bewerten und sich anschließend Filmempfehlungen geben lassen.

In diesem Teil des Unterrichtsvorhabens entwickeln die Schüler:innen eine grundlegende Vorstellung zur Funktionsweise eines Empfehlungssystems in dem Beispielkontext einer Streamingplattform. Anknüpfend an den Einstieg aus dem ersten Teil des Unterrichtsvorhabens stellt dies eine wichtige Funktion einer Streamingplattform dar. Bislang lag der Fokus auf dem primären Zweck der Verarbeitung persönlicher Daten. Dies wird im Unterrichtsgespräch gemeinsam reflektiert. Dabei wird das Konzept der primären Zwecke

eingeführt und auf die Startseite einer Streamingplattform bezogen. Anschließend wird zum Konzept der sekundären Zwecke übergeleitet, indem die Schüler:innen zunächst die Datenerhebung und -verarbeitung zu dem primären Zweck bewertet und anschließend über mögliche weitere Verarbeitungszwecke der erhobenen Daten diskutieren. Die Konzepte der primären und sekundären Zwecke werden somit im Sinne der De- und Rekontextualisierung auf konzeptioneller Ebene eingeführt und auf den Kontext angewendet.

Dritter Teil: Dieser Teil des Unterrichtsvorhabens zielt auf die Auseinandersetzung mit einem sekundären Zweck ab. Er bereitet darauf vor, die Rolle von Daten in einem Interaktionskontext mit einem ddA mithilfe der Konzepte des Erklärmodells im Sinne verschiedener Perspektiven zu bewerten.

Die Schüler:innen setzen sich im Rahmen einer Podiumsdiskussion mit einer exemplarischen Zweitverwertung von Interaktionsdaten im Kontext von Streamingplattformen auseinander. Als Beispiel für einen sekundären Zweck wird in einem fiktiven Unternehmen über einen Vorschlag zur Einführung einer personalisierten Bezahlschranke diskutiert, um den Umsatz zu steigern. Das Beispiel orientiert sich an der Idee der algorithmischen Preisgestaltung (siehe z.B.: Bandy, 2021; Chandra et al., 2022). Bei diesem Vorschlag geht es also darum, dass das Abomodell der fiktiven Streamingplattform so angepasst werden soll, dass im Standard-Abo bestimmte Filme und Serien enthalten sind, andere allerdings zum Anschauen gegen eine Gebühr ausgeliehen oder gekauft werden müssen. Die Auswahl der Inhalte im Abo soll basierend auf den Vorhersagen aus dem Empfehlungssystem personalisiert werden. Die Podiumsdiskussion wird als eine Art simulierte Abteilungsleitersitzung gestaltet, in der die Schüler:innen aus verschiedenen Rollen heraus diskutieren. Vorbereitend befassen sich die Schüler:innen mit einer der Rollen, in denen sie sich mit Aspekten der technischen Umsetzung oder auch den möglichen Auswirkungen von Empfehlungssystemen im Sinne der Wechselwirkung beschäftigen (u.a. Filterblasen und Fairness). In den Gruppen erarbeiten sie Argumente, die sie in der Podiumsdiskussion einbringen sollen. Abschließend bewerten die Schüler:innen den Vorschlag und die Datenpraktiken im Hinblick auf primäre und sekundäre Zwecke und formulieren ein persönliches Fazit zur Rolle von Daten in solchen Interaktionskontexten mit einem Empfehlungssystem.

Vierter Teil: Zuvor haben die Schüler:innen die verschiedenen Konzepte des Erklärmodells kennengelernt. Vorbereitend für den vierten Teil wird nun das Erklärmodell als Zusammenführung der gelernten Konzepte eingeführt. Dies könnte etwa mit der in Abbildung 4.11 dargestellten Visualisierung erfolgen. Der vierte Teil zielt nun darauf ab, dass die Schüler:innen das Erklärmodell als analytische Brille auf weitere Beispiele aus ihrem Alltag anwenden. Betrachtet werden dafür ddA, die Empfehlungssysteme einsetzen. Zunächst sammeln die Schüler:innen verschiedene Beispiele für ddA, um an ihre Alltagserfahrungen anzuknüpfen und diese ddA aus einer neuen Perspektive wahrzunehmen.

Anschließend untersuchen die Schüler:innen in einem Gruppenpuzzle ein selbstgewähltes Beispiele für ein ddA. In ihren Expertengruppen setzen sie sich zunächst mit einem konkreten ddA auseinander. Mithilfe der Konzepte des Erklärmodells untersuchen sie die Rolle von Daten in diesem Beispiel. Dann bilden die Schüler:innen gemischte Gruppen, in denen Personen aus verschiedenen Expertengruppen vertreten sind. In diesen Gruppen stellen sie sich gegenseitig ihre Ergebnisse vor, tauschen sich über die ddA aus und ergänzen bei Bedarf weitere Ideen. Abschließend diskutieren sie ihre Handlungs- und Ent-

scheidungsmöglichkeiten in den betrachteten Interaktionssystemen mit ddA. Wie bereits beim ersten Unterrichtsvorhaben betont, sollte hierbei ebenfalls beachtet werden, dass den Schüler:innen ermöglicht werden muss, im Hinblick auf Handlungsmöglichkeiten selbstständig Meinungen und Urteile gegenüber ddA und deren Datenpraktiken gewinnen zu können (siehe: Bub-Kalb et al., 2017).

Die Erfahrungen aus der Auseinandersetzung mit ddA mithilfe des Erklärmodells werden im Plenum diskutiert. Dabei sollen die Schüler:innen eine eigene, begründete Position zu den jeweiligen Datenpraktiken und der Nutzung von Empfehlungssystemen in den verschiedenen Kontexten einnehmen. Wie bereits im ersten Unterrichtsvorhaben betont, ist auch hier darauf zu achten, dass den Schüler:innen keine Meinung oder Verhaltensweise in Bezug auf ihre alltäglichen Interaktionen mit ddA vorgegeben wird.

Teil IV

Zyklen der empirischen Evaluation

Zyklus 1: Verstehen und Reflektieren der Rolle von Daten

6

Hinweis zur vorherigen Veröffentlichung von Teilen dieses Kapitels

Wesentliche Teile dieses Kapitels wurden bereits zuvor in dem Artikel von Höper und Schulte (2024a) veröffentlicht.

Zusammenfassung dieses Kapitels

In diesem Dissertationsvorhaben wurden drei Zyklen mit empirischen Untersuchungen durchgeführt (siehe das Vorgehensmodell in Abbildung 3.1). Die drei Zyklen setzen unterschiedliche Schwerpunkte im Hinblick auf die Forschungsfragen des Vorhabens. In diesem Kapitel wird der erste Zyklus vorgestellt. Er liefert insbesondere Erkenntnisse zur zweiten Forschungsfrage und bietet erste Anhaltspunkte in Bezug auf die dritte Forschungsfrage. In diesem Zyklus wurde empirisch untersucht, wie Schüler:innen befähigt werden können, die Rolle von Daten in einem Alltagsbeispiel für ein ddA zu verstehen und die Rolle von Daten in ihren eigenen alltäglichen Interaktionen mit ddA zu reflektieren. Der Fokus lag dabei auf der Datenerhebung und den Zwecke der Datenverarbeitung. Die Untersuchung basiert auf einer explorativen Interventionsstudie. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Schüler:innen ein differenzierteres Verständnis für die Rolle von Daten in alltäglichen Interaktionen mit ddA entwickelt haben und dass ihr Reflektieren dieser Interaktionen gefördert wurde.

6.1 Einordnung in das Dissertationsvorhaben

Eines der Ziele von Datenbewusstsein besteht darin, dass Schüler:innen die Rolle von Daten in Interaktionen mit ddA verstehen können (siehe Diskussion der Zielsetzungen in Abschnitt 4.3.1). Dies bildet den Ausgangspunkt für die empirische Untersuchung im ersten Zyklus. Im Fokus steht daher die Frage, ob ein Unterrichtsvorhaben zu Datenbewusstsein

Schüler:innen dazu befähigen kann, die Rolle von Daten in alltäglichen Interaktionen mit ddA zu erkennen und zu verstehen. Bedingt durch den Entwicklungsstand des Erklärmodells für Datenbewusstsein zum Zeitpunkt dieses Zyklus wurden im Wesentlichen nur die Konzepte der Datenerhebung und der Datenverarbeitungszwecke in den Blick genommen. Neben dem Verständnis der Schüler:innen wird ergänzend untersucht, ob sie Verknüpfungen zu ihren Alltagserfahrungen herstellen und die Rolle von Daten in ihren Interaktionen mit ddA reflektieren. Damit fokussiert dieser Zyklus die zweite Forschungsfrage des Dissertationsvorhabens und exploriert erste Aspekte der dritten Forschungsfrage:

(RQ2_{Diss}) Wie können Schüler:innen durch Unterricht befähigt werden, in alltäglichen Interaktionen mit datengetriebenen digitalen Artefakten die Rolle von Daten erkennen, verstehen und reflektieren zu können?

(RQ3_{Diss}) Inwiefern kann das Lernen über datengetriebene digitale Artefakte für Schüler:innen in ihren alltäglichen Interaktionen mit datengetriebenen digitalen Artefakten subjektiv bedeutsam sein?

Da jüngere Schüler:innen im Alltags bereits Erfahrungen mit ddA sammeln, richtet sich die Untersuchung dieses Zyklus an Schüler:innen des Informatikunterrichts in den Jahrgangsstufen 5 und 6 (etwa 11 bis 13 Jahre alt). Im Rahmen der Untersuchung wurde das Unterrichtsvorhaben zu Standortdaten im Mobilfunknetz eingesetzt (siehe dessen Beschreibung in Abschnitt 5.2). Ziel des Zyklus ist es zu untersuchen, ob die Schüler:innen die Konzepte aus dem Erklärmodell für Datenbewusstsein verstehen und auf alltägliche Beispiele für ddA anwenden können. Darüber hinaus wird explorativ untersucht, ob sie das Gelernte mit ihren alltäglichen Interaktionen mit ddA in Verbindung bringen und über die Rolle von Daten in diesen Situationen reflektieren (wollen), anstatt resignierte Haltungen einzunehmen und sich als handlungsunfähig wahrnehmen. Der Fokus liegt dabei auf Veränderungen durch die Unterrichtsintervention. Daraus ergeben sich für den ersten Zyklus (Z1) folgende spezifische Forschungsfragen:

(RQ1_{Z1}) Inwiefern trägt die Intervention dazu bei, dass Schüler:innen die Datenerhebung und die Datenverarbeitungszwecke in exemplarischen Interaktionssystemen mit ddA verstehen und beschreiben können?

(RQ2_{Z1}) Inwiefern regt die Intervention Schüler:innen zum Reflektieren an, wo, wie und wozu ddA Daten über sie erheben und verarbeiten?

(RQ3_{Z1}) Wenn die Schüler:innen die Datenerhebung und Datenverarbeitungszwecke eines exemplarischen ddA beschreiben können, reflektieren sie dann auch häufiger, wo, wie und wozu ddA Daten über sie erheben und verarbeiten?

Mit Blick auf die theoretische Konzeption von Datenbewusstsein trägt dieser Zyklus insbesondere zum dritten theoretischen Element – dem Verstehen und Reflektieren von Interaktionssystemen mit ddA – bei und unterstützt damit dessen Entwicklung. Der Aspekt des Reflektierens wird dabei zunächst explorativ untersucht, da eine konzeptuelle Klärung und Operationalisierung dessen zum Zeitpunkt dieses Zyklus noch ausstand. Der Zyklus sollte daher erste Anhaltspunkte für dessen Schärfung liefern. Zudem trägt er zur Entwicklung des Erklärmodells für Datenbewusstsein und zur weiteren Schärfung der beinhaltenen Konzepte bei. Im Fokus standen zunächst die Konzepte zur Datenerhebung sowie den

Zwecken der Datenverarbeitung. Das Konzept der Datenmodelle sowie die Betrachtung komplexerer datengetriebener Methoden wurden erst im weiteren Verlauf des Vorhabens ausgearbeitet, im zweiten Unterrichtsvorhaben integriert und in den nachfolgenden Zyklen systematisch untersucht.

6.2 Stand der Forschung

In diesem Abschnitt werden relevante Aspekte aus dem Stand der Forschung beschrieben. Da diese bereits im Kapitel 2 im Rahmen der Ausgangslage dieser Arbeit diskutiert wurden, erfolgt hier eine zusammenfassende Darstellung zur Einordnung dieses Zyklus in den Rahmen des Vorhabens.

Verständnis über die Datenerhebung und -verarbeitung In verschiedenen Studien wurde das Verständnis von Schüler:innen über die Erhebung und Verarbeitung persönlicher Daten in digitalen Anwendungen untersucht. Einige davon wurden im Abschnitt 2.6.1 bereits diskutiert. Dort zeichnete sich ein Bild ab, dass viele Schüler:innen nur ein geringes oder oberflächliches Verständnis der Datenpraktiken innerhalb der Interaktionssysteme mit ddA haben. Für einen Überblick dazu sei auf die Abbildung 2.3 verwiesen. Die dort dargestellte Studienlage verdeutlicht, dass Schüler:innen am ehesten etwas über die Datenerhebung wissen, vor allem in Bezug auf die explizite Datenerhebung, und beispielsweise erkennen, dass sie persönliche Daten bereitstellen. Dagegen fehlt vielen ein Verständnis darüber, wie und wozu diese Daten verwendet werden und welche Implikationen solche Datenpraktiken haben können.

Zwar wurden in den Studien teilweise unterschiedliche Aspekte der Datenerhebung und -verarbeitung betrachtet, allerdings fehlt meist eine systematische Differenzierung und Strukturierung dieser Aspekte. Verschiedene Kategorien zur Datenerhebung und -verarbeitung bei ddA, wie sie in der Charakterisierung der Rolle von Daten in dieser Arbeit in Abschnitt 4.2.2 diskutiert wurden, werden, wenn überhaupt, eher zur Diskussion von Ergebnissen als zur systematischen Untersuchung des Verständnisses von Schüler:innen genutzt. Insbesondere fehlen dabei Operationalisierungen für ein Verständnis der Datenverarbeitung und der zugrunde liegenden Zwecken. In der Diskussion dieser Studien wurde außerdem deutlich, dass die meisten Studien eher explorative empirische Ansätze verfolgen und entsprechende Messinstrumente für ein solches Verständnis meist fehlen.

Vor diesem Hintergrund bedarf es einer Klärung des Verständnisses der Rolle von Daten in digitalen Anwendungen sowie der Entwicklung empirischer Ansätze zur Untersuchung des Verständnisses von Schüler:innen bezüglich der Rolle von Daten in ddA. Die Ausdifferenzierung einer (informatikdidaktischen) Perspektive auf die Rolle von Daten in Interaktionen mit ddA ist Teil dieses Vorhabens und wurde bereits im Rahmen der Charakterisierung dieser Interaktionssysteme in Abschnitt 4.2 diskutiert, wobei entsprechende Konzepte zur Rolle von Daten erarbeitet wurden. In diesem Zyklus stehen insbesondere die Konzepte der expliziten und impliziten Datenerhebung sowie der primären und sekundären Datenverarbeitungszwecke im Fokus. Diese bilden in diesem Zyklus die Grundlage dafür, was unter einem Verstehen der Rolle von Daten in Interaktionssystemen mit ddA verstanden wird. Aufbauend darauf wird ein empirischer Ansatz zur Untersuchung des Verständnisses der Schüler:innen in Orientierung an den genannten Konzepten erarbeitet.

Privatsphäre und wahrgenommene Handlungsunfähigkeit Ergänzend zum Verstehen der Rolle von Daten in ddA stellt sich die Frage, wie Schüler:innen mit ddA umgehen und welche Haltungen sie diesen gegenüber einnehmen, sofern sie etwas über die Datenpraktiken wissen. In der Ausgangslage dieser Arbeit wurden dazu zwei Themen diskutiert, die an dieser Stelle kurz zusammengefasst werden: (1) das sogenannte Privacy Paradox sowie (2) die wahrgenommene Handlungsunfähigkeit und Resignation von Nutzenden digitaler Anwendungen (siehe ausführlichere Diskussionen in den Abschnitten 2.6.2 und 2.6.3).

In verschiedenen Studien wurde beobachtet, dass viele Nutzende digitaler Anwendungen Bedenken hinsichtlich ihrer Privatsphäre haben und ihnen diese durchaus wichtig ist. Dennoch lässt sich immer wieder feststellen, dass Nutzende bereitwillig persönliche Daten mit digitalen Anwendungen teilen. Diese vermeintliche Diskrepanz zwischen Haltungen beziehungsweise Einstellungen der Personen und ihrem tatsächlichen Verhalten wird als Privacy Paradox bezeichnet (siehe z.B.: Acquisti & Grossklags, 2005; Barnes, 2006; Norberg et al., 2007). Das Phänomen sowie mögliche Erklärungen dafür werden breit diskutiert, ein Konsens über eine einheitliche Erklärung besteht jedoch bislang nicht. So werden zum Beispiel mangelndes Wissen und geringe Transparenz hinsichtlich der Datenpraktiken als mögliche Ursachen angeführt (vgl. Acquisti et al., 2020).

Der zweite Themenbereich betrifft Diskussionen und Studien, die zeigen, dass einige Nutzende digitaler Artefakte resignierte Haltungen im Hinblick auf die Rolle von Daten entwickeln oder sich selbst als handlungsunfähig wahrnehmen beziehungsweise einen unvermeidbaren Kontrollverlust empfinden. Dies deutet darauf hin, dass Nutzende von ddA die Auseinandersetzung mit der Rolle von Daten und die Einnahme aktiver Rollen in Interaktionen mit ddA tendenziell als sinnlos erachten. In der Ausgangslage dieser Arbeit wurden dazu verschiedene Konzepte diskutiert, etwa Digital Resignation, Privacy Helplessness oder Privacy Fatigue (siehe ausführlichere Diskussionen im Abschnitt 2.6.3). Bei diesen Konzepten werden unterschiedliche Ursachen diskutiert, darunter beispielsweise mangelndes Wissen oder tatsächlich eingeschränkte Kontrollmöglichkeiten.

Diese beiden Themenbereiche zeigen zusammengefasst, dass Schüler:innen durchaus kritische Haltungen gegenüber der Datenerhebung und -verarbeitung durch ddA haben können, einige von ihnen sich jedoch vermutlich aus unterschiedlichen Gründen eher als machtlos und handlungsunfähig wahrnehmen, wenn es darum geht, in Interaktionen mit ddA eine andere Rolle als die einer passiven Nutzung einzunehmen. Ein konzeptionelles Verständnis über die Datenerhebung und -verarbeitung bei ddA führt demnach nicht zwangsläufig dazu, dass sich die Schüler:innen in alltäglichen Situationen aktiv mit ddA auseinandersetzen und ihre Interaktionen reflektieren, anstatt ddA lediglich zu benutzen. Dies unterstreicht die Relevanz der zuvor beschriebenen Forschungsfragen dieses Zyklus. In den nachfolgenden Abschnitten wird die empirische Untersuchung beschrieben, die an diese Diskussionen anknüpft.

6.3 Methodik

In diesem Abschnitt wird der methodische Rahmen für die empirische Untersuchung dieses Zyklus beschrieben. Dies umfasst insbesondere Erklärungen zum Studiendesign, zum Vorgehen, zu den Teilnehmer:innen, zum Instrument sowie zur Datenerhebung und -analyse.

6.3.1 Studiendesign und Vorgehen

Wie eingangs zu diesem Zyklus beschrieben, konzentriert sich diese Studie auf das Verstehen und Reflektieren der Datenerhebung und -verarbeitung in alltäglichen Interaktionen mit ddA. Im Hinblick auf die Forschungsfragen $RQ1_{Z1}$ und $RQ2_{Z1}$ werden insbesondere die Wirkungen einer Unterrichtsintervention untersucht, die die Ideen des Konzepts Datenbewusstsein umsetzt. Als Intervention wird das Unterrichtsvorhaben zu Standortdaten im Mobilfunknetz verwendet (siehe Abschnitt 5.2). Da bereits junge Schüler:innen in ihrem Alltag Erfahrungen mit ddA machen, richtet sich das Konzept Datenbewusstsein insbesondere auch an Schüler:innen in unteren Jahrgangsstufen weiterführender Schulen (etwa ab 11 Jahren). Das eingesetzte Unterrichtsvorhaben wurde speziell für diese Altersgruppe entwickelt (z.B. in Klassen 5 bis 7) und bildet die Grundlage für die Untersuchung der Forschungsfragen in diesem Zyklus.

Für die Untersuchung der Forschungsfragen sind Wirkungen und Veränderungen durch die Unterrichtsintervention relevant, etwa hinsichtlich der Förderung des Verständnisses der Schüler:innen. Daher wurde in diesem Zyklus ein Pretest-Posttest Design umgesetzt. Dieses Design erlaubt es, die Daten nach der Intervention mit den Daten aus dem Pretest zu vergleichen, um daraus Hinweise auf mögliche Wirkungen der Intervention zu gewinnen. Als Instrument im Pre- und Posttest wird ein Fragebogen eingesetzt, mit dem Veränderungen und Zusammenhänge zwischen Verstehen und Reflektieren der Rolle von Daten bei ddA untersucht werden sollen. Der Fragebogen wurde von den meisten Schüler:innen digital über LimeSurvey ausgefüllt. Wenige Schüler:innen haben ihn analog bearbeitet, etwa dann, wenn keine ausreichende Anzahl passender digitaler Endgeräte zur Verfügung standen oder die Bedienung des Computers eine große Hürde darstellte (z.B. Tastaturbedienung). Die Entscheidung dazu wurde gemeinsam mit den Fachlehrkräften der Schüler:innen getroffen. Der Fragebogen wird nachfolgend im Abschnitt 6.3.4 näher beschrieben.

Die Untersuchung fand im regulären Informatikunterricht verschiedener Klassen statt, der an den beteiligten Schulen jeweils ein Pflichtfach darstellt. Die Klassen wurden über die jeweiligen Lehrkräfte für die Untersuchung gewonnen, die aus dem individuellen Lehrkräftenetzwerk zufällig ausgewählt und angesprochen wurden (siehe Baustein 1 in Abschnitt 3.3). Der Unterricht in den verschiedenen Klassen wurde von den jeweiligen Lehrkräften durchgeführt; in einer Klasse habe ich selbst den Unterricht übernommen. Die beteiligten Lehrkräfte sind erfahren im Unterrichten in Informatik. Die Übernahme des Unterrichts in einer Klasse diente dazu, eigene Erfahrungen zu den Unterrichtsmaterialien und deren Wirkungen im Unterricht zu sammeln, was die Interpretation der Ergebnisse unterstützen kann. Die Durchführungen der Datenerhebung sowie der Unterrichtsintervention wurde im Vorfeld in mehreren Terminen gemeinsam mit den beteiligten Lehrkräften abgestimmt. Nach der Durchführung einzelner oder mehrerer Unterrichtsstunden fanden ebenfalls gemeinsame Reflexionsgespräche statt, um insbesondere die Umsetzung und die Unterrichtsmaterialien zu besprechen und Ideen zur Weiterentwicklung zu sammeln. Die Unterrichtsintervention umfasste vier bis sechs Unterrichtsstunden je 45 Minuten und in der Regel mit zwei Unterrichtsstunden pro Woche. Pre- und Posttest wurden vor und nach der Intervention durchgeführt.

6.3.2 Teilnehmer:innen

An der Untersuchung nahmen insgesamt 147 Schüler:innen im Alter zwischen 11 und 13 Jahren teil. Sie stammen aus sieben gymnasialen Klassen der sechsten Jahrgangsstufe von insgesamt drei verschiedenen Schulen in Nordrhein-Westfalen. Für 123 Schüler:innen (71 weiblich, 49 männlich und 3 divers) konnten die erhobenen Pre- und Posttestdaten eindeutig zugeordnet werden. Das Thema Datenbewusstsein ist Teil des landesweit vorgegebenen Curriculums für Informatik in den Jahrgangsstufen 5 und 6. In den beteiligten Klassen wurden vor dieser Intervention noch keine Inhalte zu verwandten Themen (z.B. Konzepte über Daten oder KI) im Unterricht behandelt. Es ist daher davon auszugehen, dass sich die Vorerfahrungen der Schüler:innen zu den relevanten Themen bezüglich Datenbewusstsein im Wesentlichen auf Erfahrungen aus dem eigenen Alltag beschränken.

6.3.3 Einordnung zur Intervention

In diesem Zyklus wird das Unterrichtsvorhaben zu Standortdaten im Mobilfunknetz durchgeführt. In der finalen Fassung am Ende des Dissertationsvorhabens wurde es in Abschnitt 5.2 beschrieben. Im Folgenden wird die im Rahmen dieses Zyklus verwendete Version kurz skizziert, sodass zentrale Unterschiede zur finalen Fassung deutlich werden. Die Beschreibung orientiert sich an den drei Teilen des Unterrichtsvorhabens.

Im ersten Teil lernen die Schüler:innen, welche Daten bei der Nutzung des Mobilfunknetzes erhoben werden (insbesondere Standortdaten), um eine Mobilfunkverbindung zwischen zwei Geräten herzustellen (primärer Zweck). Mithilfe eines Erklärvideos und eines Puzzles erarbeiten sie den Aufbau und die Funktionsweise des Mobilfunknetzes. Anhand des Puzzles simulieren sie das Herstellen einer Mobilfunkverbindung (z.B. bei einem Telefonat). Dabei stellen sie Vermutungen an, welche persönlichen Daten bei der Nutzung des Mobilfunknetzes erhoben werden (z.B. Telefonnummer und Standortdaten). Die Rolle der Standortdaten wird zum Beispiel deutlich, wenn sie ihre Simulation an dem Puzzle dahingehend reflektieren und nachvollziehen, wie das Mobilfunknetz die richtige Funkzelle des Empfängers identifiziert.

Im zweiten Teil geht es darum, welche Erkenntnisse sich aus solchen Standortdaten über eine Person ableiten lassen. Die Schüler:innen explorieren gegebene Standortdaten aus dem Mobilfunknetz mithilfe einer Web-Anwendung. Ihre Aufgabe ist es, die zugehörige Person möglichst genau zu charakterisieren und einen Steckbrief zu erstellen, was ein Beispiel für einen sekundären Zweck darstellt. Die Web-Anwendung ermöglicht einfache Datenoperationen auf den Standortdaten durchzuführen (insbesondere Filtern und Visualisierung auf einer Karte). Die Steckbriefe werden anschließend verglichen und diskutiert, wobei unter anderem die Genauigkeit und Aussagekraft der Interpretationen reflektiert werden.

Im dritten Teil wenden die Schüler:innen die Ideen der expliziten und impliziten Datenerhebung, der primären und sekundären Datenverarbeitungszwecke und der Datenmodelle über Nutzende auf ddA aus ihrem Alltag an. Eingeschränkt wird dies auf ddA, in denen Standortdaten erhoben werden. Die Einführung der Konzepte des Erklärmodells erfolgt in dieser Fassung des Unterrichtsvorhabens noch nicht systematisch, sie dienen vielmehr als Orientierung für die Unterrichtsplanung. In Gruppen analysieren die Schüler:innen alltägliche Beispiele für ddA, wozu sie unterstützende Informationstexte erhalten. Anschließend diskutieren und bewerten sie ihre Ergebnisse. Dabei werden beispielsweise ihre

Entscheidungsmöglichkeiten für die Erhebung von Standortdaten in den verschiedenen Beispielen diskutiert. Außerdem nehmen die Schüler:innen zu den Datenpraktiken in den diskutierten Beispielen begründet Stellung.

6.3.4 Instrument zur Datenerhebung

Für die Untersuchung der Forschungsfragen dieser Studie wurde ein Fragebogen entwickelt. Dieser setzt sich im Wesentlichen aus zwei Teilen zusammen, die durch die Abfrage demografischer Informationen ergänzt werden (siehe Abbildung 6.1 für einen Überblick über die Teile). Bei den Forschungsfragen geht es einerseits um ein Verständnis über die Konzepte der Arten der Datenerhebung und der Typen der Datenverarbeitungszwecke sowie andererseits um das Reflektieren der Datenpraktiken in alltäglichen Interaktionen mit ddA. Diese beiden Aspekten bilden die beiden inhaltlichen Teile des Fragebogens. Der vollständige Fragebogen ist im Anhang unter Abschnitt C.1 zu finden.

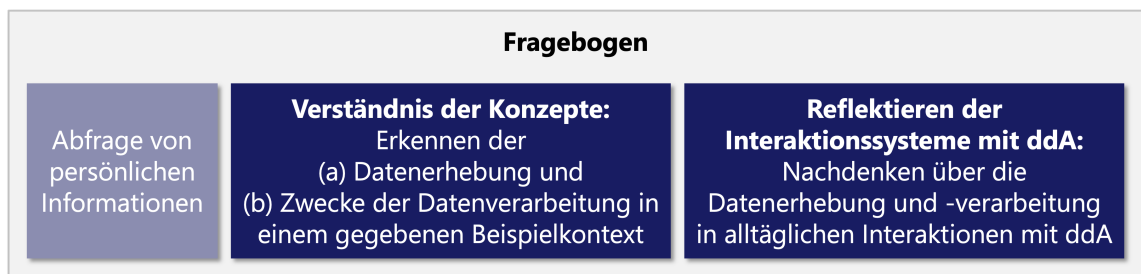


Abbildung 6.1: Zusammensetzung des Fragebogens durch zwei Teile in Orientierung an den Forschungsfragen, ergänzt durch eine Abfrage persönlicher Informationen

Zunächst soll mit dem ersten Teil des Fragebogens untersucht werden, ob die Schüler:innen ein Verständnis der beiden genannten Konzepte des Erklärmodells für Datenbewusstsein haben. Zum Messen dieses Verständnisses kann beispielsweise eine Aufgabe beziehungsweise Frage gestellt werden, bei der die Schüler:innen eigene Antworten formulieren sollen. Mit einem solchen Antwortformat kann etwa die Anwendung von Wissen getestet werden (vgl. Moosbrugger & Brandt, 2020a, S. 94). Dies entspricht auch den Zielen von Datenbewusstsein im Hinblick auf das Verstehen von Interaktionssystemen mit ddA. Dazu gehört etwa, dass Schüler:innen die Konzepte des Erklärmodells auf alltägliche ddA anwenden und dadurch die Rolle von Daten in diesen ddA verstehen können sollen (siehe Abschnitt 4.3.4). Dementsprechend wurden offene Items erstellt, in denen die Schüler:innen die Datenerhebung und -verarbeitung in einem gegebenen Beispiel für ein ddA beschreiben sollen. Als Beispielkontext wurde die Nutzung einer Messenger-App gewählt, mit Fokus auf die Situation des Sendens einer Nachricht. Dies stellt für die meisten Schüler:innen in dem Alter bereits eine vertraute Situation dar (vgl. Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest, 2024, 2025). Zur Überprüfung dessen, ob die Situation für die Schüler:innen vertraut ist, wurde eine Abfrage ergänzt, ob die Schüler:innen Messenger-Apps nutzen. Die offenen Items beziehen sich jeweils auf diese Situation, so dass die Schüler:innen beispielsweise beschreiben sollen, welche persönlichen Daten beim Senden einer Nachricht mit einer Messenger-App erhoben werden könnten. Es sei betont, dass dieser Interaktionskontext nicht Teil der Unterrichtsintervention ist. Damit soll verhindert werden, dass die Schüler:innen lediglich Inhalte aus dem Unterricht wiedergeben,

was nur eingeschränkt Rückschlüsse auf ihr tatsächliches Verständnis der Konzepte zulassen würde. Stattdessen sollen die Schüler:innen bei diesen Items ihr Wissen auf eine neue Situation mit einem ddA anwenden. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die Einordnung einer Messenger-App als ddA, so wie ddA am Ende des Dissertationsvorhabens verstanden werden, durchaus diskutiert werden kann. Für diese Frage sei auf die Diskussion diesbezüglich zur ersten Unterrichtsintervention in Abschnitt 5.1 verwiesen. Tabelle 6.1 bietet einen Überblick über die Items des ersten Fragebogens.

Tabelle 6.1: Überblick über die Items des ersten Teils des Fragebogens zum Verständnis der Konzepte, bezogen auf die Datenerhebung und -verarbeitung (DEV)

Itemcode	Item	Antwortformat
Nutzung	Nutzt du eine Messenger-App? Zum Beispiel: Whats-App, Telegram, Threema oder Signal.	Single-Choice (Ja, Nein)
DEV1	Beim Senden einer Nachricht mit einer Messenger-App entstehen Daten. Manche Daten gibst du ein, zum Beispiel den Text einer Nachricht. Manche Daten entstehen heimlich, zum Beispiel die Uhrzeit, wann du eine Nachricht absendest. Notiere deine Ideen: Welche Daten entstehen noch?	Freitext
DEV2	Notiere deine Ideen: Wozu könnten die Daten genutzt werden?	Freitext

Mit dem zweiten Teil des Fragebogens soll untersucht werden, ob die Schüler:innen ihre alltäglichen Interaktionen mit ddA und insbesondere die Datenerhebung und -verarbeitung in diesen Interaktionen reflektieren. Der Reflexionsbegriff, wie er im Abschnitt 4.3.4 als Teil der theoretischen Konzeption erläutert wurde, wurde erst nach dem ersten Zyklus ausgearbeitet – unter anderem auf Grundlage der Erkenntnisse aus diesem Zyklus. Die Grundidee dieses Teils des Fragebogens besteht darin zu erfassen, ob sich die Schüler:innen mit der Rolle von Daten in ihrem Alltag auseinandersetzen und sich darüber Gedanken machen. Dies soll Hinweise dafür geben, ob sie möglicherweise resignierte Haltungen einnehmen, was wiederum die Anwendung der Konzepte im Alltag erschweren könnte. Datenbewusstsein zielt in diesem Falle darauf ab, ein häufigeres Auseinandersetzen mit und Nachdenken über die Rolle von Daten in alltäglichen Interaktionen mit ddA zu fördern. Für den zweiten Teil wurden ebenfalls eigene Items entwickelt, bei denen die Schüler:innen angeben sollen, inwieweit sie gegebenen Aussagen zustimmen. Zunächst wurden drei Items formuliert, die erfassen sollen, ob die Schüler:innen darüber nachdenken, wo, wie und wozu persönliche Daten erhoben werden. Diese Fragen orientieren sich an der vorherigen Diskussion von Studien zum Verständnis von Schüler:innen hinsichtlich der Erhebung und Verarbeitung von Daten (siehe Abschnitt 2.6.1). Ein weiteres Item im Hinblick auf das Reflektieren des eigenen Verhaltens wurde ergänzt. Um dieses zu konkretisieren, wurde es auf das Bereitstellen von persönlichen Daten eingegrenzt, also darauf, ob die Schüler:innen versuchen, die Erhebung persönlicher Daten im Alltag zu reduzieren. Damit wird eine Verbindung zu Privatsphäre schützendem Verhalten hergestellt, das als Hinweis auf eine aktive Rolle in Interaktionen mit ddA gedeutet werden kann – im Gegensatz zu einer resignierten, passiven Haltung. Mit den Items des zweiten Teils soll somit insgesamt

erfasst werden, ob die Schüler:innen sie sich mit der Rolle von Daten in ihren Interaktionen mit ddA gedanklich auseinandersetzen und ob das Lernen über die Konzepte aus dem Unterricht einen Effekt darauf hat. Dies würde bedeuten, dass die Schüler:innen das Gelernte auf ihre alltäglichen Interaktionen mit ddA beziehen können. Das Item zum Verhalten folgt ausdrücklich nicht der Intention, bestimmte Verhaltensweisen in diesen Interaktionen vorzuschreiben. Vielmehr soll es Hinweise darauf liefern, ob Schüler:innen ihre Interaktionen reflektieren, was als erstes Indiz für die Reflexion der eigenen Rolle in diesen Interaktionen interpretiert werden kann. Alle Items des zweiten Teils werden mit einer vierstufigen Likert-Skala von (1) „nicht zutreffend“ bis (4) „voll zutreffend“ versehen. Die geringe Anzahl an Items und Antwortmöglichkeiten für den zweiten Teil des Fragebogens soll dem Ziel dienen, die Bearbeitungszeit aufgrund des Alters der Teilnehmer:innen möglichst gering zu halten.

Im Pre- und Posttest werden nahezu dieselben Items verwendet. Unterschiede bestehen lediglich im zweiten Teil, bei dem die Items im Posttest in der Zukunftsform formuliert werden, während sie sich im Pretest auf die Gegenwart beziehen. Zusätzlich enthält der Fragebogen Fragen zu persönlichen Informationen, bei denen das Geschlecht sowie eine individuelle ID abgefragt werden. Letztere dient der Zuordnung von Pre- und Posttestdaten. Tabelle 6.2 bietet einen Überblick über die Items des zweiten Fragebogenteils und Tabelle 6.6 gibt die Mittelwerte, Standardabweichungen und Reliabilitäten der Skalen an.

Tabelle 6.2: Überblick über die Items des zweiten Teils des Fragebogens zum Reflektieren (R) mit den Formulierungen für Pre- und Posttest

Itemcode	Item	Antwortformat
R1	<i>Pretest:</i> Ich denke oft darüber nach, wo Daten von mir gesammelt werden. <i>Posttest:</i> Ich möchte zukünftig häufiger darüber nachdenken, wo Daten von mir gesammelt werden.	
R2	<i>Pretest:</i> Ich denke oft darüber nach, wozu über mich gesammelte Daten verarbeitet werden. <i>Posttest:</i> Ich möchte zukünftig häufiger darüber nachdenken, wie über mich gesammelte Daten verarbeitet werden.	vierstufige Likert-Skala (zusätzliche Option: „weiß ich nicht“)
R3	<i>Pretest:</i> Ich denke oft darüber nach, wozu über mich gesammelte Daten verarbeitet werden. <i>Posttest:</i> Ich möchte zukünftig häufiger darüber nachdenken, wozu über mich gesammelte Daten verarbeitet werden.	
R4	<i>Pretest:</i> Ich versuche drauf zu achten, dass Apps nur wenige Daten von mir sammeln. <i>Posttest:</i> Ich möchte zukünftig häufiger darauf achten, dass Apps nur wenige Daten von mir sammeln.	

6.3.5 Datenanalyse

Die Analyse der mit dem Fragebogen erhobenen Daten umfasst sowohl qualitative als auch quantitative Daten. Die analog bearbeiteten Fragebögen wurden zunächst digitalisiert, die digital ausgefüllten Fragebögen wurden aus LimeSurvey exportiert. Die qualitative Auswertung erfolgte mit MAXQDA 2022 und die quantitative Auswertung mit Python in Jupyter Notebooks¹. Die Forschungsfragen dieses Zyklus zielen insbesondere auf die Untersuchung von Unterschieden zwischen Pre- und Posttest ab, weshalb ein Fokus auf quantitativen Auswertungsmethoden liegt.

Zu den beiden offenen Items des ersten Teils des Fragebogens (zur Datenerhebung sowie zu den Datenverarbeitungszwecken) antworteten die Schüler:innen meist eher in kurzen Stichpunkten oder nur mit Schlagworten (z.B. „der Zeitpunkt einer Nachricht“). Für die qualitativen Daten wurde der Ansatz der evaluativen qualitativen Inhaltsanalyse nach Kuckartz (2018, S. 123-142) gewählt. Dessen wesentliche Schritte umfassen die Festlegung der Bewertungskategorie und der Ausprägungen (Codes), die Codierung der Daten, gegebenenfalls die Überarbeitung der Codes und erneute Codierung sowie anschließend die Auswertung der codierten Daten (vgl. Kuckartz, 2018, S. 125-134). Die Antworten zu den beiden offenen Items wurden separat ausgewertet. Entsprechend beziehen sich die Bewertungskategorien auf das Verständnis der Arten der Datenerhebung beziehungsweise der Typen der Datenverarbeitungszwecke und orientieren sich dabei an den beiden entsprechenden Konzepten des Erklärmodells. Die Codes wurden mithilfe der Charakterisierung der Konzepte im Erklärmodell für Datenbewusstsein deduktiv definiert. In den Codesystemen wurde jeweils ein Code „unklar“ ergänzt, der für Antworten gewählt wird, die nicht eindeutig einer anderen Codekategorie zugeordnet werden können. Zum Beispiel kann die Antwort „Standortdaten“ nicht eindeutig der expliziten oder impliziten Datenerhebung zugeordnet werden, da in dem betrachteten Kontext beide Arten der Datenerhebung Standortdaten beinhalten können. Für die Codierung wurde entschieden, dass Antworten der Schüler:innen mit mehreren Codes versehen werden dürfen. So kann eine Antwort zur Datenerhebung beispielsweise sowohl den Code für die Nennung explizit als auch den für implizit erhobene Daten erhalten. Ziel der Analyse ist unter anderem die Quantifizierung der qualitativen Daten, damit diese anschließend mit quantitativen Methoden ausgewertet werden können (z.B. um Unterschiede zwischen Pre- und Posttest zu prüfen). Eine Übersicht über die Codes ist in Tabelle 6.3 gegeben; die Codierleitfäden für die beiden Items sind im Anhang unter Abschnitt C.2 zu finden.

Die qualitativen Daten wurden vollständig von mir codiert. Ergänzend wurden 50% der Daten zufällig ausgewählt und von einer zweiten Person unabhängig anhand der Codierleitfäden codiert. In Intercoder-Sessions als Teil des konsensuellen Codierens wurden die Codierungen diskutiert, um problematische Codierungen aufzuklären und die Intercoder-Reliabilität zu verbessern (vgl. Kuckartz, 2014). Anschließend wurde die Intercoder-Reliabilität in MAXQDA mithilfe des Brennan und Prediger Kappas berechnet (Brennan & Prediger, 1981). Die Intercoder-Reliabilität für alle Codes zusammen lag zunächst bei $\kappa = 0.68$, was für ein substantial agreement spricht (vgl. Landis & Koch, 1977). Die Unstimmigkeiten und Codierfehler konnten in den Intercoder-Sessions im Sinne des konsensuellen Codierens vollständig aufgelöst werden. Anschließend wurden die Codierleitfäden

¹Dabei wurden insbesondere die Pakete `scipy` (Version 1.15.3), `researchpy` (Version 0.3.2) und `pingouin` (Version 0.5.5) zur Berechnung statistischer Tests verwendet.

überarbeitet und die Codierung entsprechend angepasst.

Für die Auswertung der quantitativen Daten wurden Skalenreliabilitäten, Korrelationen und Unterschiede zwischen Teilgruppen der Teilnehmenden sowie zwischen Pre- und Posttestdaten berechnet. Die Skala zum Reflektieren über die Datenerhebung und -verarbeitung ist intervallskaliert, allerdings nach dem Shapiro-Test nicht normalverteilt. Die Daten zum Item über das Verhalten hinsichtlich des Bereitstellens persönlicher Daten sind ordinalskaliert. Die Pre- und Posttestdaten sind unabhängig. Unter diesen Voraussetzungen wurden für die Forschungsfragen verschiedene statistische Tests verwendet. Zum Testen der Reliabilität wurde Cronbachs Alpha berechnet. Dieses wird für über 0.7 als ausreichend und über 0.8 als hoch interpretiert (siehe z.B.: Döring & Bortz, 2016, S. 443). Zur Untersuchung von Unterschieden zwischen Pre- und Posttest im Rahmen der ersten beiden Forschungsfragen wurde der Wilcoxon signed-rank Test (zweiseitig mit $\alpha = 0.05$) verwendet. Für die dritte Forschungsfrage, bei der Unterschiede zwischen Gruppen von Teilnehmer:innen untersucht werden sollten, wurde der Mann-Whitney U test (zweiseitig mit $\alpha = 0.05$) genutzt. Korrelationen wurden mithilfe der Spearman-Korrelation für ungerichtete Variablen analysiert. Die Effektstärke r bei den Testergebnissen werden wie folgt interpretiert: Werte zwischen 0.1 und 0.3 gelten als kleiner Effekt, zwischen 0.3 und 0.5 als mittlerer Effekt und über 0.5 als großer Effekt (vgl. Cohen, 1992).

6.4 Ergebnisse

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der Untersuchung vorgestellt. Die drei Forschungsfragen dienen dabei zur Strukturierung des Abschnitts.

6.4.1 Beschreibung der Datenerhebung und -verarbeitung

Das gewählte Beispiel für den ersten Teil des Fragebogens zum Erfassen des Verständnisses für die Datenerhebung und -verarbeitung in ddA war die Nutzung von Messenger-Apps – in der Annahme, dass viele Schüler:innen mit dieser Beispielsituation vertraut sind. Nahezu alle Schüler:innen (120 von 123) berichteten im Pretest, dass sie Messenger-Apps nutzen, sodass sie mit dem Interaktionskontext vertraut sein sollten. Hinsichtlich der Datenerhebung in diesem Beispiel schrieben im Pretest insgesamt 94 der befragten Schüler:innen (76.4%) etwas zu erhobenen Daten und 79 Schüler:innen (64.2%) nannten Zwecke der Datenverarbeitung. Nach der Intervention beschrieben 99 Schüler:innen (80.5%) erhobene Daten und 97 Schüler:innen (78.9%) gaben Zwecke an. Die Tabelle 6.3 zeigt die Häufigkeiten der Antworten zu den jeweiligen Codes sowie entsprechende Beispiele. Diese werden nachfolgend näher diskutiert.

Ergebnisse zu den Antworten zur Datenerhebung

Im Pretest nannten 52.8% der Schüler:innen mindestens ein Beispiel für explizit erhobene Daten, während nur 38.2% mindestens ein Beispiel für implizit erhobene Daten erkannten. Der Unterschied bei den Häufigkeiten der Schüler:innen mit genannten Beispielen zur expliziten beziehungsweise impliziten Datenerhebung war im Pretest signifikant mit kleinem Effekt ($W = 1116.5$, $z = -1.794$, $p = 0.0392$, $r = 0.1144$). Im Posttest gaben 48.8% der Schüler:innen Beispiele für die explizite und 67.5% der Schüler:innen für die implizite

Tabelle 6.3: Ergebnisse der Codierung der qualitativen Daten ($N = 123$)

Code	Beispiel	Anzahl der Schüler:innen	
		im Pretest	im Posttest
<i>Explizite Datenerhebung</i>	gesendete Nachrichten/Bilder/-Standorte/...	65 (52.8%)	60 (48.8%)
<i>Implizite Datenerhebung</i>	Datum und Uhrzeit der Nachricht	47 (38.2%)	83 (67.5%)
<i>Primäre Zwecke</i>	mit Textnachrichten kommunizieren	14 (11.4%)	46 (37.4%)
<i>Sekundäre Zwecke</i>	Profiling, personalisierte Werbung	66 (53.7%)	61 (49.6%)
<i>Unklar</i>	(nicht eindeutig zuzuordnende Antworten)	37 (30.1%)	44 (35.8%)

Anmerkung: Die Anzahl der Schüler:innen bei den entsprechenden Codes sind innerhalb der Pre- und Posttestdaten nicht disjunkt. Wie in den Tabellen 6.4 und 6.5 zu sehen ist, können Schüler:innen mehreren Codes zugeordnet werden.

Datenerhebung. Auch hier war der Unterschied in den Häufigkeit von Schüler:innen mit genannten Beispielen zur expliziten beziehungsweise impliziten Datenerhebung signifikant mit kleinem Effekt ($W = 448.0$, $z = -2.6979$, $p = 0.0020$, $r = 0.1720$).

Ein Vergleich der Pre- und Posttestdaten zeigte für das Nennen explizit erhobener Daten keine signifikanten Unterschiede. Im Gegensatz dazu waren die Unterschiede in der Verteilung der Schüler:innen, die implizit erhobenen Daten nennen konnten, signifikant mit kleinem Effekt ($W = 247.5$, $z = -4.2621$, $p < 0.0001$, $r = -0.2717$). Das heißt, dass die Unterrichtsintervention einen positiven Effekt darauf hatte, dass einige Schüler:innen implizit erhobene Daten in dem gegebenen Beispielkontext erkennen und beschreiben konnten.

Wie sich das Verhältnis zwischen den Nennungen von Beispielen expliziter und impliziter Datenerhebung vom Pre- zum Posttest verändert hat, soll im Folgenden näher untersucht werden. Dafür kann ein Modell mit vier Kategorien aufgestellt werden:

1. Die Schüler:innen beschreiben keine erhobenen Daten,
2. ausschließlich explizit erhobene Daten,
3. ausschließlich implizit erhobene Daten oder
4. sowohl explizit als auch implizit erhobene Daten.

Die Schüler:innen werden anhand ihrer Antworten jeweils in genau eine der vier Kategorien einsortiert. Im Rahmen der Charakterisierung des Konzepts zu den Arten der Datenerhebung (siehe Abschnitt 4.2.2) wurde bereits erläutert, dass explizite Datenerhebungen aufgrund des direkten Bezugs zur menschlichen Handlung in den Interaktionen für den Nutzenden offensichtlich erkennbar sind als implizite Datenerhebungen, die schwieriger zu identifizieren sind. Daher wird eine hierarchische Ordnung der vier Kategorien angenommen, sodass die Einordnung der Schüler:innen als ordinalskaliert betrachtet wird.

Tabelle 6.4: Häufigkeiten der Kategorien für die Antworten zur Datenerhebung

Daten- erhebung	<i>Keine Daten beschrieben</i>	<i>Nur explizite Datenerhebung beschrieben</i>	<i>Nur implizite Datenerhebung beschrieben</i>	<i>Explizite und im- plizite Datenerhe- bung beschrieben</i>
Pretest	29 (23.6%)	47 (38.2%)	29 (23.6%)	18 (14.6%)
Posttest	24 (19.5%)	16 (13.0%)	39 (31.7%)	44 (35.8%)

Die Einordnungen der Schüler:innen in diese Kategorien sind in der Tabelle 6.4 zusammengefasst. Dort sind die jeweiligen Häufigkeiten der Einordnungen der Schüler:innen jeweils für Pre- und Posttest dargestellt. Die Häufigkeiten unterscheiden sich zwischen Pre- und Posttest signifikant mit kleinem Effekt ($W = 727.5$, $z = -4.3928$, $p < 0.0001$, $r = 0.2801$). Das heißt, dass nach der Unterrichtsintervention signifikant häufiger Schüler:innen einer höheren Kategorie zugeordnet wurden, also differenziertere Perspektiven eingenommen haben und beispielsweise häufiger beide Arten der Datenerhebung im gegebenen Beispiel erkennen konnten.

Ergebnisse zu den Antworten zur Datenverarbeitung

In ähnlicher Weise werden die Antworten zu den Zwecken der Datenverarbeitung ausgewertet. Im Pretest beschrieben lediglich 11.4% der Schüler:innen mindestens einen primären Zweck, während 53.7% der Schüler:innen einen sekundären Zweck angaben. Der Unterschied dazwischen ist signifikant mit mittlerem Effekt ($W = 513.5$, $z = -5.1152$, $p < 0.0001$, $r = 0.3261$). Bedeutend mehr Schüler:innen konnten also vor dem Unterricht sekundäre Zwecke als primäre Zwecke nennen. Im Posttest beschrieben 37.4% der Schüler:innen primäre Zwecke und 49.6% der Schüler:innen sekundäre Zwecke, wobei der Unterschied hier nicht signifikant war.

Im Vergleich der Pre- und Posttestdaten zeigt sich, dass die Häufigkeit der Schüler:innen, die sekundäre Zwecke beschrieben haben, nahezu unverändert blieb. Im Gegensatz dazu hat sich die Zahl der Schüler:innen, die mindestens einen primären Zweck nannten, deutlich erhöht. Der Unterschied zwischen Pre- und Posttest ist diesbezüglich signifikant mit mittlerem Effekt ($W = 164.5$, $z = -4.1079$, $p < 0.0001$, $r = 0.374$). Das bedeutet, dass deutlich mehr Schüler:innen ihre Aufmerksamkeit auf die primären Zwecke der Datenerhebung beim gegebenen Beispiel gelenkt haben.

Ähnlich wie bei den Antworten zu der Datenerhebung, sollen die Antworten zu den Zwecken der Datenverarbeitung ebenfalls näher untersucht werden. Hierzu kann ein Modell mit vier Kategorien beziehungsweise Ebenen beschrieben werden:

1. Die Schüler:innen beschreiben keine Zwecke der Datenverarbeitung,
2. nur sekundäre Zwecke (auf einem oberflächlichem Niveau),
3. nur primäre Zwecke oder
4. sowohl primäre als auch sekundäre Zwecke.

Die Schüler:innen können auch hier anhand ihrer Antworten jeweils in genau eine der vier Kategorien einsortiert werden. Dabei stellt sich die Frage nach einer sinnvollen

Reihenfolge dieser Kategorien. Im Rahmen der Charakterisierung des Konzepts zu den Typen der Datenverarbeitungszwecke (siehe Abschnitt 4.2.2) wurde erläutert, dass die primären Zwecke aus Sicht der Nutzenden aufgrund des Bezugs zu den Handlungen des Nutzenden und den Funktionen des ddA transparenter sind als die sekundären Zwecke. Daraus ließe sich ableiten, dass die sekundären Zwecke schwieriger zu erkennen sind und deren Beschreibung eher auf ein höheres Niveau von Datenbewusstsein hinweisen könnte. Bei genauerer Betrachtung der Antworten der Schüler:innen in dieser Erhebung fällt allerdings auf, dass ihre Antworten – wie zuvor beschrieben – häufig sehr kurz ausfallen und insbesondere bei den sekundären Zwecken häufig unspezifisch und oberflächlich sind. Zum Beispiel schrieben Schüler:innen als Antwort lediglich „für personalisierte Werbung“. Die Kategorie der sekundären Zwecke ist hier demnach meist nur in einer oberflächlichen Deutung zu verstehen. Im Gegensatz dazu beziehen sich die Antworten zu primären Zwecken eher auf die technische Funktionsweise des digitalen Artefakts und deuten eher auf ein tieferes Verständnis der Datenpraktiken hin. Aus diesem Grund werden die vier Kategorien für die Auswertung in dieser Untersuchung wie oben angegeben angeordnet und bilden so eine hierarchische Struktur. Die Einordnungen der Schüler:innen in diese Kategorien werden somit als ordinalskaliert angenommen.

Tabelle 6.5: Häufigkeiten der Kategorien für die Antworten zu den Zwecken der Datenverarbeitung

Daten- verarbeitung	<i>Keine Zwecke beschrieben</i>	<i>Nur Zwecke beschrieben</i>	<i>sekundäre beschrie- ben</i>	<i>Nur primäre Zwe- cke beschrieben</i>	<i>Primäre und se- kundäre Zwecke be- schrieben</i>
Pretest	44 (35.8%)	65 (52.8%)		13 (10.6%)	1 (0.8%)
Posttest	26 (21.1%)	51 (41.5%)		36 (29.3%)	10 (8.1%)

Die Einordnungen der Schüler:innen in diese Kategorien sind in der Tabelle 6.5 zusammengefasst. Dort werden die Häufigkeiten der jeweiligen Kategoriezuordnungen für Pre- und Posttest aufgeführt. Die Unterschiede der Häufigkeiten zwischen Pre- und Posttest sind signifikant mit kleinem Effekt ($W = 452.5$, $z = -4.2883$, $p < 0.0001$, $r = 0.2734$). Demnach konnten nach der Unterrichtsintervention bedeutend mehr Schüler:innen zugrunde liegende Zwecke und Intentionen der Datenverarbeitung im Beispiel der Messenger-App erkennen und nahmen eine differenziertere Sichtweise darauf ein, wie und wozu Daten verarbeitet werden.

Abschließend soll untersucht werden, wie das Erkennen der Datenerhebung und der Datenverarbeitungszwecke zusammenhängt. Mithilfe der vorherigen Einordnungen der Schüler:innen in die Kategorien (siehe Tabellen 6.4 und 6.5) kann dieser Zusammenhang untersucht werden. Die Einordnungen in die jeweiligen Kategorien korrelieren mit einem mittlerem Effekt ($p = 0.0002$, $r = 0.3271$). Das heißt, dass Schüler:innen mit einer differenzierteren Perspektive auf die Datenerhebung, die also beispielsweise beide Arten der Datenerhebung in dem gegebenen Beispiel erkennen konnten, tendenziell auch eine differenziertere Perspektive auf die Datenverarbeitungszwecke haben und eher beide Typen der Zwecke Beispiel erkennen konnten (und/oder andersherum).

6.4.2 Reflektieren über die Datenerhebung und -verarbeitung

Hinsichtlich der zweiten Forschungsfrage sollte untersucht werden, welchen Effekt die Unterrichtsintervention darauf hat, ob sich die Schüler:innen mit der Erhebung und Verarbeitung von Daten über sie im Alltag gedanklich auseinandersetzen – also diese reflektieren (siehe zur Operationalisierung für das Instrument in Abschnitt 6.3.4).

Im Pretest wurden die Schüler:innen gefragt, ob sie darüber nachdenken wo, wie und wozu ddA Daten über sie erheben und verarbeiten. Im Posttest wurden sie gefragt, ob sie planen dies häufiger zu tun. Die Reliabilität dieser Skala ist im Pretest ausreichend ($\alpha = 0.79$) und im Posttest hoch ($\alpha = 0.88$). Die zugehörigen Mittelwerte, Standardabweichungen, Mediane und Reliabilitäten für Pre- und Posttest sind in der Tabelle 6.6 aufgeführt. Die Skala reicht dabei von 1 bis 4. Den Werten zufolge stimmten viele Schüler:innen den Aussagen zu, gleichwohl sich einige damit scheinbar eher seltener auseinandersetzen (wollen).

Tabelle 6.6: Statistiken für die Skalen des zweiten Teils des Fragebogens.

Skalen	Pretest				Posttest			
	<i>mean</i>	<i>std</i>	<i>mdn</i>	α	<i>mean</i>	<i>std</i>	<i>mdn</i>	α
Reflektieren der Datenerhebung und -verarbeitung	2.34	0.78	2.33	0.79	2.68	0.93	2.67	0.88
Verhalten des Bereitstellens von Daten	2.96	1.05	3.0	-	3.09	0.97	3.0	-

Anmerkung: Diese Items wurden auf einer vierstufigen Likert-Skala von (1) „trifft nicht zu“ bis (4) „trifft zu“ nach persönlicher Zustimmung zu den Aussagen bewertet.

Die Unterschiede zwischen den Pre- und Posttestdaten sind signifikant mit kleinem Effekt ($W = 1497.5$, $z = -3.7688$, $p = 0.0002$, $r = 0.2433$). Nach der Unterrichtsintervention planen demnach mehr Schüler:innen, die Datenerhebung und -verarbeitung bei ddA in ihrem Alltag zu reflektieren, als sie es vor dem Unterricht berichteten.

Beobachtungen aus dem Unterricht unterstützen diese Ergebnisse: In mehreren Klassen zeigten sich mehrere Schüler:innen während und nach dem Unterricht neugierig und schauten beispielsweise nach, welche Anwendungen auf ihrem Smartphone Standortdaten über sie erheben oder Zugriff darauf haben. Das heißt, die Schüler:innen waren daran interessiert, mehr über die Datenpraktiken zu erfahren, die sie unmittelbar im Alltag betreffen.

Zusätzlich wurden die Schüler:innen zu ihrem Verhalten in Bezug auf das Bereitstellen von persönlichen Daten befragt. Konkret bezog sich die Frage darauf, ob sie versuchen sicherzustellen, dass ddA möglichst wenige Daten über sie erheben. Dies stellt ein exemplarisches Verhalten dafür dar, dass sie keine passiven und resignierten Haltungen einnehmen, sondern sich aktiv mit ihrem Verhalten in diesen Interaktionen auseinandersetzen und dieses reflektieren. Die entsprechenden Skalenwerte sind ebenfalls in der Tabelle 6.6 aufgeführt. Im Pretest lag die durchschnittliche Zustimmung der Schüler:innen bei etwa 3, im Posttest war der Mittelwert ein klein wenig höher. Der Unterschied zwischen Pre- und Posttestdaten ist allerdings nicht signifikant, wobei die Zustimmung bereits vor der Unterrichtsintervention relativ hoch war. Das heißt also, dass einige Schüler:innen angeben,

in ihren alltäglichen Interaktion mit ddA zu versuchen, dass möglichst wenige persönliche Daten erhoben werden.

Des Weiteren wurde untersucht, ob die beiden im zweiten Teil des Fragebogens erfassten Aspekte (Reflektieren der Datenerhebung und -verarbeitung sowie Verhalten im Hinblick auf das Bereitstellen persönlicher Daten) zusammenhängen. Die Skalenwerte zum Reflektieren und die Antworten zum Verhalten korrelieren im Pretest signifikant mit kleinem Effekt ($p = 0.0016$, $r = 0.292$) und im Posttest mit mittlerem Effekt ($p = 0.0001$, $r = 0.3527$). Das heißt also, dass die Schüler:innen, die sich mit der Datenerhebung und -verarbeitung auseinandersetzen, versuchen tendenziell auch die Erhebung persönlicher Daten durch ddA in ihrem Alltag zu begrenzen. Das stellt einen Zusammenhang zwischen dem Reflektieren der Datenpraktiken und dem eigenen Verhalten dar.

6.4.3 Zusammenhang zwischen Beschreiben und Reflektieren der Datenpraktiken

Für die dritte Forschungsfrage der Untersuchung soll der Zusammenhang zwischen den beiden Teilen des Fragebogens untersucht werden. Im Fokus steht dabei, ob jene Schüler:innen, die im ersten Teil des Fragebogens ein gutes Verständnis von der Datenerhebung und -verarbeitung zeigen, auch angeben, häufiger die Datenpraktiken zu reflektieren. Um diesen Zusammenhang zu untersuchen, wurden die Schüler:innen basierend auf den vorherigen Einordnungen hinsichtlich ihrer Antworten zur Datenerhebung und -verarbeitung im gegebenen Beispiel (siehe Tabellen 6.4 und 6.5) in zwei Gruppen eingeteilt:

1. Schüler:innen, die beide Arten der Datenerhebung (explizit und implizit) sowie mindestens einen primären Zweck der Datenverarbeitung beschrieben haben, und
2. alle anderen Schüler:innen.

Durch diese Aufteilung sollen in der ersten Gruppe Schüler:innen identifiziert werden, die ein tieferes Verständnis der Datenerhebung und -verarbeitung in dem gegebenen Beispiel aufzeigten. Dabei wurden die primären Zwecke höher gewichtet als die sekundären Zwecke, da Letztere - wie zuvor erläutert - meist von den Schüler:innen lediglich oberflächlich und unspezifisch beschrieben wurden. Die Antworten zu primären Zwecken wurden im Gegensatz dazu als Hinweis auf ein fundierteres Verständnis der Datenpraktiken gewertet.

Von den insgesamt 123 Schüler:innen wurden 25 Schüler:innen der ersten Gruppe (G1) zugeordnet, während 98 Schüler:innen in die zweite Gruppe (G2) fielen. Die Tabelle 6.7 zeigt die statistischen Kennwerte der Skala zum Reflektieren der Datenerhebung und -verarbeitung, aufgeteilt nach den beiden Gruppen. Hierfür wurden die Posttestdaten herangezogen. Der Mittelwert der Zustimmung in der ersten Gruppe lag bei etwa 3.07, in der zweiten Gruppe etwa bei 2.58. Der Unterschied zwischen den beiden Gruppen ist signifikant ($U = 1573.5$, $p = 0.0162$, $r = 0.2185$). Das heißt, dass die Schüler:innen mit einem besseren Verständnis der Datenpraktiken tendenziell auch jene sind, die die Rolle von Daten im Alltag eher reflektieren beziehungsweise sich damit eher auseinandersetzen.

Tabelle 6.7: Überblick über die Skalenwerte nach Aufteilung der Schüler:innen in zwei Gruppen.

Gruppierung nach Verständnis der Datenerhebung und -verarbeitung	Anzahl der Schüler:innen	Skala „Reflektieren der Datenerhebung und -verarbeitung“ (Posttest)		
		<i>mean</i>	<i>std</i>	<i>mdn</i>
G1: Höheres Verständnis	25 (20.3%)	3.07	0.91	3.33
G2: Weniger Verständnis	98 (79.7%)	2.58	0.91	2.67

6.5 Diskussion der Ergebnisse

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der Untersuchung strukturiert entlang der drei Forschungsfragen diskutiert.

Entwicklung eines Verständnisses über die Rolle von Daten

(RQ1_{Z1}) Inwiefern trägt die Intervention dazu bei, dass Schüler:innen die Datenerhebung und die Datenverarbeitungszwecke in exemplarischen Interaktionssystemen mit ddA verstehen und beschreiben können?

Vor der Unterrichtsintervention konnte etwa die Hälfte der Schüler:innen ein Beispiel für explizit erhobene Daten nennen; signifikant weniger Schüler:innen nannten hingegen Beispiele für implizit erhobene Daten. Nach dem Unterricht konnten signifikant mehr Schüler:innen neben der expliziten auch implizite Datenerhebungen erkennen. Dies spricht dafür, dass sie eine differenzierte Perspektive auf die Datenerhebung in digitalen Anwendungen über die im Unterricht behandelten Beispiele hinaus entwickelt haben. Das deutet zudem darauf hin, dass einige Schüler:innen in der Unterrichtsintervention ein konzeptionelles Verständnis der Arten der Datenerhebung entwickelt haben und dies auf alltägliche Beispiele für ddA anwenden können.

Ergänzend zur Datenerhebung wurde das Verständnis der Schüler:innen für die Zwecke und Intentionen hinter der Datenverarbeitung untersucht. Vor der Unterrichtsintervention konnten einige Schüler:innen sekundäre Zwecke nennen, diese wurden allerdings meist nur unspezifisch und oberflächlich beschrieben. Primäre Zwecke wurden nur wenig genannt. Nach der Unterrichtsintervention konnten signifikant mehr Schüler:innen primäre Zwecke oder sogar beide Typen von Zwecken beschreiben. Das spricht dafür, dass einige Schüler:innen ein tieferes konzeptionelles Verständnis der Datenverarbeitung und ihrer zugrunde liegenden Zwecke und Intentionen entwickelt haben und entsprechend eine differenzierte Perspektive eingenommen haben. Außerdem legen die Ergebnisse nahe, dass einige Schüler:innen in der Lage waren, die gelernten Konzepte zu den Datenverarbeitungszwecken auf ein neues Alltagsbeispiel anzuwenden.

Verwandte Studien berichten, dass Schüler:innen häufig nur ein geringes Verständnis der Datenpraktiken in Interaktionen mit digitalen Anwendungen (meist ddA) haben (z.B.: Dowthwaite et al., 2020; Pybus et al., 2015; Sun et al., 2021; Tedre et al., 2020). Solche Studien wurden in Abschnitt 2.6.1 ausführlicher diskutiert und in Abbildung 2.3 zusammengefasst. Deren Ergebnisse werden durch die Pretestdaten in dieser Untersuchung gestützt. Auch hier zeigte sich, dass einige Schüler:innen eher wenig Verständnis

von der Datenerhebung und den Datenverarbeitungszwecken in einem Alltagsbeispiel für ein ddA haben. Besonders das Erkennen der Zwecke scheint für viele Schüler:innen eine Herausforderung darzustellen, was zu den Ergebnissen der verwandten Studien passt, in denen für viele Schüler:innen unklar war, was mit den erhobenen Daten passiert und wozu sie verwendet werden.

Anders als in den meisten der verwandten Studien wurde in dieser Untersuchung auf Basis der Konzepte des Erklärmodells für Datenbewusstsein systematisch zwischen verschiedenen Arten der Datenerhebung und Typen der Datenverarbeitungszwecke unterschieden. Dadurch bietet diese Untersuchung differenziertere Einblicke in das Verständnis der Schüler:innen für Datenpraktiken in Interaktionssystemen mit ddA. So konnte im Pretest beobachtet werden, dass die Schüler:innen eher explizit als implizit erhobene Daten erkannten – entsprechend der Annahme des Konzepts im Erklärmodell für Datenbewusstsein (siehe Abschnitt 4.2.2).

Die verwandten Studien wurden in der Ausgangslage in Abbildung 2.3 auf Kontinua zwischen wenig und viel Verständnis für die Datenerhebung sowie die Datenverarbeitung und deren Implikationen eingeordnet. Im Vergleich dazu lässt sich diese Untersuchung hinsichtlich der Ergebnisse im Pretest ähnlich zu den meisten anderen Studien einordnen und unterstützt somit die dort berichteten Ergebnisse. Diese Untersuchung zeigt allerdings, dass einige Schüler:innen im Laufe der Unterrichtsintervention ein besseres Verständnis entwickeln konnten. Anhand der Ergebnisse im Posttest sollte diese Untersuchung für mehr Verständnis weiter in Richtung der rechten Seite der Kontinua eingeordnet werden.

Der in der Unterrichtsintervention umgesetzte Ansatz für Datenbewusstsein zeigt somit vielversprechende Ergebnisse für die Förderung junger Schüler:innen beim Verstehen der Datenpraktiken in alltäglichen ddA. Dies deutet zudem darauf hin, dass die Konzepte zur Datenerhebung und den Zwecken der Datenverarbeitung aus dem Erklärmodell für Datenbewusstsein bereits für junge Schüler:innen verständlich sind und von ihnen auf neue Beispiele für digitale Anwendungen aus ihrem Alltag angewendet werden können. Daraus ergeben sich erste Hinweise darauf, dass das Erklärmodell in Alltagssituationen anwendbar ist. Dies stellt im Sinne der Zielsetzungen dieser Arbeit einen wichtigen ersten Schritt für die Förderung von Datenbewusstsein und der damit verbundenen Handlungsfähigkeit dar.

Ein weiteres Ergebnis der Untersuchung zeigt, dass ein adäquates Verständnis für die Datenerhebung mit einem adäquaten Verständnis für die Zwecke der Datenverarbeitung zusammenhängt. Daraus lässt sich ableiten, dass das Verständnis der Datenerhebung eine Voraussetzung für das Verständnis und die Bewertung der Datenverarbeitungszwecke sein kann (und/oder umgekehrt). In Anlehnung an die Charakterisierung dieser Konzepte (siehe Abschnitt 4.2.2) bezieht sich die Betrachtung der Datenerhebung stärker auf die Architekturperspektive, während die Betrachtung der Datenverarbeitungszwecke eher der Relevanzperspektive zugeordnet werden kann – auch wenn beide Perspektiven in beiden Konzepten eine Rolle spielen. Der korrelative Zusammenhang zwischen dem Verständnis der Schüler:innen hinsichtlich der beiden Konzepte spricht somit für die notwendige Verknüpfung der dualen Perspektiven, wie es der theoretische Ansatz der dualen Natur technischer Artefakte beschreibt (vgl. Houkes et al., 2011; Kroes, 1998; Vermaas & Houkes, 2006). Das bedeutet, dass die verschiedenen Konzepte des Erklärmodells für Datenbewusstsein im Unterricht sinnvoll miteinander verknüpft werden sollten.

Reflektieren der Datenpraktiken von ddA

(RQ_{2z1}) Inwiefern regt die Intervention Schüler:innen zum Reflektieren an, wo, wie und wozu ddA Daten über sie erheben und verarbeiten?

In dieser Untersuchung gaben viele Schüler:innen an, sich mit den Datenpraktiken in alltäglichen ddA zu beschäftigen und diese zu reflektieren. Die Ergebnisse zeigen zudem, dass einige Schüler:innen scheinbar ihr eigenes Verhalten in Interaktionen mit ddA hinterfragen. Nach der Unterrichtsintervention wollten einige Schüler:innen häufiger ihre Aufmerksamkeit auf die Rolle von Daten in ddA in ihrem Alltag richten und sich damit mehr auseinandersetzen. Mehrere Schüler:innen zogen daraus auch Schlussfolgerungen für ihr Handeln in ihren alltäglichen Interaktionen mit ddA, indem sie versuchen wollen, die Datenerhebung von ddA in ihrem Alltag mehr einzuschränken. Beobachtungen aus dem Unterricht stützen diese Ergebnisse: Mehrere Schüler:innen waren neugierig, mehr über die Datenpraktiken der Apps auf ihren Smartphones herauszufinden. Darüber hinaus zeigten die Ergebnisse einen Zusammenhang zwischen dem Reflektieren der Datenpraktiken und dem Reflektieren des eigenen Verhaltens. Insgesamt deuten die Ergebnisse also darauf hin, dass einige Schüler:innen das im Unterricht Gelernte auf ihre alltäglichen Interaktionen mit ddA übertragen konnten. Es spricht dafür, dass sie für sich im Laufe der Unterrichtsintervention eine Bedeutsamkeit darin erkannten, sich mit der Rolle von Daten sowie ihrer eigenen Rolle in ihren Interaktionen mit ddA auseinanderzusetzen, die Datenpraktiken mehr zu kontrollieren und ihr Verhalten zu reflektieren.

In anderen Studien wurde beobachtet, dass sich einige Nutzende von ddA gegenüber den Datenpraktiken als handlungsunfähig wahrnehmen und resignierte Haltungen einnehmen z.B.: Hargittai und Marwick, 2016; Keen, 2020; Lutz et al., 2020; Turow und Hennessy, 2015. Dies wurde in Abschnitt 2.6.3 ausführlicher diskutiert. Zudem berichten Studien, dass es für einige Schüler:innen eine Herausforderung darstellt, Konzepte zur Rolle von Daten aus dem Unterricht mit eigenen Alltagssituationen zu verknüpfen und sie dort im Sinne einer Handlungsfähigkeit zu nutzen (z.B.: Bilstrup et al., 2022; Bowler et al., 2017; Gebre, 2018; Vartiainen et al., 2021b) (siehe Abschnitt 2.6.4 für eine detailliertere Diskussion dazu).

Die zuvor dargestellten Ergebnisse dieser Untersuchung stehen insofern im Kontrast zu diesen Studien, als dass die teilgenommenen Schüler:innen offenbar in der Lage waren, einen Bezug zu ihren alltäglichen Interaktionen herzustellen und Schlussfolgerungen für ihr eigenes Handeln abzuleiten – dies spricht gegen eine wahrgenommene Handlungsunfähigkeit oder Resignation. Vielmehr deuten die Ergebnisse hier darauf hin, dass sich einige Schüler:innen aktiv mit der Rolle von Daten in ihren alltäglichen Interaktionen mit ddA auseinandersetzen (wollen). Zudem legen die Ergebnisse nahe, dass einige Schüler:innen die Unterrichtsintervention als für sich bedeutsam empfanden, da sie entsprechende Bezüge zu ihrem eigenen Alltag herstellten und Schlussfolgerungen für ihr Verhalten zogen. Das lässt schließlich den Schluss zu, dass das Unterrichtskonzept dazu beitragen könnte, Schüler:innen dazu zu ermutigen, das Erklärmodell in ihren alltäglichen Interaktionen mit ddA anzuwenden, sich mit der Rolle von Daten in diesen Interaktionen auseinanderzusetzen sowie ihre eigene Rolle darin bewusst zu reflektieren.

Zusammenhang zwischen Verstehen und Reflektieren

(RQ3_{Z1}) Wenn die Schüler:innen die Datenerhebung und Datenverarbeitungszwecke eines exemplarischen ddA beschreiben können, reflektieren sie dann auch häufiger, wo, wie und wozu ddA Daten über sie erheben und verarbeiten?

Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigten, dass ein tieferes Verständnis der Rolle von Daten – bezogen auf das gegebene Beispiel – mit einer höheren Bereitschaft einhergeht, Datenpraktiken in alltäglichen Interaktionen mit digitalen Anwendungen (oft ddA) zu reflektieren und sich damit auseinanderzusetzen. Dies deutet darauf hin, dass ein konzeptionelles Verständnis das Reflektieren der Datenpraktiken in alltäglichen Interaktionen mit ddA fördern könnte (oder umgekehrt). Für den Ansatz zur Förderung von Datenbewusstsein bedeutet dies, dass das Fördern eines konzeptionellen Verständnisses auch das Reflektieren dieser Interaktionssysteme im Alltag unterstützen könnte. Eines der theoretischen Elemente der Konzeption von Datenbewusstsein ist das Verstehen und Reflektieren der Interaktionssysteme mit ddA (siehe Abschnitt 4.3.4). Die Ergebnisse stützen somit die Idee, dass das Verstehen und Reflektieren miteinander verknüpft sind und nicht getrennt voneinander betrachtet werden sollten.

Pangrazio und Selwyn (2018) argumentieren, dass ein erster wichtiger Schritt darin besteht, Schüler:innen dazu zu befähigen, die Datenpraktiken in digitalen Anwendungen zu verstehen. Darauf aufbauend sollten sie dabei unterstützt werden, sich mit den Herausforderungen für ihre Privatsphäre und Mündigkeit auseinanderzusetzen, die durch die Datenpraktiken und datengetriebenen Systemen resultieren (vgl. Pangrazio & Selwyn, 2018). In ähnlicher Weise kann für Datenbewusstsein argumentiert werden, dass die Entwicklung eines konzeptionellen Verständnisses der Rolle von Daten Schüler:innen dabei unterstützen kann, die eigene Rolle innerhalb der Interaktionen mit ddA zu reflektieren und eine Handlungsfähigkeit zu entwickeln.

Wie in Abschnitt 2.6.4 ausführlicher diskutiert wurde, stellt der Rückbezug der gelernten Konzepte aus dem Unterricht in den eigenen Alltag für einige Schüler:innen eine Herausforderung dar. Das bedeutet, dass das Lernen von Konzepten über Datenpraktiken und ddA nicht zwangsläufig dazu führt, dass sie dies mit ihrem Alltag verknüpfen können und ihre eigenen Interaktionen mit ddA darauf aufbauend reflektieren. Außerdem legen die dort diskutierten Studien nahe, dass das Lernen fachlicher Konzepte nicht zwangsläufig kritische Reflexionen über datengetriebene Technologien im Alltag anstößt (siehe z.B.: Bilstrup et al., 2022; Srivastava et al., 2023; Vartiainen et al., 2021a).

Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind vor dem Hintergrund des beobachteten Zusammenhangs zwischen Verstehen und Reflektieren der Rolle von Daten in Interaktionssystemen mit ddA als vielversprechend zu bewerten. Die Untersuchung liefert somit erste Hinweise darauf, dass das Lernen der Konzepte des Erklärmodells dazu beitragen könnte, dass Schüler:innen ihre Interaktionen mit ddA kritisch hinterfragen, eine reflektierte Haltung einnehmen und schließlich eine Handlungsfähigkeit im Sinne Datenbewusstseins entwickeln – statt passive und resignierte Rollen in diesen Interaktionen einzunehmen. Diese Interpretation wird in den folgenden Zyklen weitergehend untersucht.

6.6 Limitationen

Bei dieser Untersuchung gibt es mehrere Limitationen, die Anlass für weiterführende Untersuchungen geben, wie etwa in den folgenden Zyklen. Gleichwohl liefert die Untersuchungsergebnisse bereits interessante Erkenntnisse, insbesondere im Hinblick auf die Weiterentwicklung des Konzepts Datenbewusstsein. In diesem Abschnitt werden vor allem Limitationen des Messinstruments und sowie der Durchführung der Untersuchung diskutiert.

Die Untersuchung in diesem Zyklus wurde als Pre-Posttest-Design ohne Kontrollgruppe durchgeführt. Das Fehlen der Kontrollgruppe schränkt die Interpretation der Ergebnisse dahingehend ein, dass die Qualität der Intervention und deren Wirkungen nicht eindeutig beurteilt werden können. Die Ergebnisse sind daher eher als Tendenzen hinsichtlich möglicher Wirkungen der Intervention zu interpretieren. Die Gründe für die Wahl dieses Untersuchungsdesigns waren vielfältig. In der Untersuchung ging es um die Wirkung der Intervention als Ganzes. Das heißt, es wäre ein Vergleich mit alternativen Unterrichtsansätzen erforderlich gewesen, was jedoch dadurch erschwert wurde, dass das Thema in diesem Dissertationsvorhaben neu erschlossen wird. Zudem stellte die Durchführung in der Schulpraxis eine weitere Hürde dar, da die Kontextfaktoren (z.B. Schule, Klassen, beteiligte Lehrkräfte) die Auswahl geeigneter Kontrollgruppen zusätzlich erschwerten.

Darüber hinaus begrenzt der Fragebogen als Messinstrument die Ergebnisse. Der Fragebogen fokussierte das Verständnis über die Datenerhebung und die Datenverarbeitungszwecke sowie das Reflektieren der Rolle von Daten in alltäglichen Situationen. Dabei bestand die Herausforderung, einen geeigneten Ansatz zur Erfassung eines solchen Verständnisses im Sinne des Erklärmodells zu entwickeln. Hinsichtlich möglicher Einschränkungen der Validität durch die eigenständige Formulierung der Items wurde beim Entwurf des Fragebogens ein besonderer Augenmerk auf die Inhaltsvalidität gelegt. Die Items wurden dabei eng an den theoretisch begründeten Konzepten des Erklärmodells ausgerichtet. Im Rahmen des Entwurfs des Fragebogens wurde die Passung der Items zu den betrachteten Konzepten des Erklärmodells mit anderer Forschenden diskutiert, was zur Inhaltsvalidität beiträgt (vgl. Schmiemann & Lücken, 2014).

Ergänzend wurde – als eher sekundäres Ziel – ein Item zum eigenen Verhalten in Interaktionen mit ddA erstellt. Es dient als erster Ansatz zum Erfassen des Reflektierens der eigenen Rolle in solchen Interaktionssystemen und zum Untersuchen, ob die Unterrichtsintervention darauf eine Wirkung entfalten kann. Aufgrund des anderen Schwerpunktes des Fragebogens und der Zielgruppe ab Jahrgangsstufe 6 sollte die Abfrage zum eigenen Verhalten möglichst kurz gehalten werden. Ein konkretes Verhalten wird in der Fragebogenentwicklung häufiger über ein Einzelitem erfasst (vgl. Döring & Bortz, 2016, S. 265ff.), sodass hier lediglich ein Item ergänzt wurde. Damit sollten erste Hinweise darauf gewonnen werden, ob die Schüler:innen ihr Verhalten in diesen Interaktionen reflektieren oder eher resignierte Haltungen einnehmen und sich als handlungsunfähig wahrnehmen. Durch die Beschränkung auf ein spezifisches Verhalten werden jedoch Interpretationsmöglichkeiten und die Validität eingeschränkt, sodass die Ergebnisse nicht auf eine generelle Reflexion des eigenen Verhaltens verallgemeinert werden sollten. Ergänzend sei auf eine potenzielle Verzerrung durch den Effekt sozialer Erwünschtheit (Social Desirability Bias) hingewiesen, die angesichts der relativ hohen Zustimmung zu diesem Item nicht ausgeschlossen werden kann. In Kombination mit der Skala zum Reflektieren über die Rolle von Da-

ten, mit der das Einzelitem auch korreliert, ergeben sich dennoch erste Hinweise darauf, ob Schüler:innen ihr Handeln im Umgang mit Datenpraktiken reflektieren oder eher eine resignierte Haltung einnehmen. Schlussfolgerungen zu einem tatsächlichen veränderten Verhalten nach der Unterrichtsintervention sollten aufgrund der genannten Limitationen jedoch in weiteren Studien überprüft werden.

Eine weitere Limitation ergibt sich aus den Antworten mancher Schüler:innen zu den offenen Items, mit denen ihr Verständnis der Datenerhebung und der Datenverarbeitungszwecke erhoben werden sollte. Wie zuvor diskutiert, lieferten die Daten zu diesen Items relevante Ergebnisse, etwa im Hinblick darauf, ob die Schüler:innen in der Lage sind, die Rolle von Daten in einem gegebenen Beispiel einer alltäglichen digitalen Anwendung zu erkennen und wie differenziert ihre Perspektive dabei ist. Allerdings fielen die Antworten einiger Schüler:innen auf diese offenen Items relativ knapp aus (z.B. in Form einzelner Schlagworte), was die Interpretation ihres Verständnisses im Detail einschränkt. Dies sollte in den folgenden Zyklen berücksichtigt werden.

Zur Durchführung der Untersuchung sei angemerkt, dass die Durchführung der Unterrichtsinterventionen durch verschiedene Lehrkräfte potenziell eine Verzerrung verursachen könnte. Gleichzeitig kann auch die Durchführung durch mich als eine den Lerngruppen unbekannte Person einen Einfluss auf die Ergebnisse haben. An dieser Stelle sei jedoch auf das Argument der ökologischen Validität bei Studien hingewiesen, die durch die Durchführung einer Studie in der realen Praxis gefördert wird (vgl. McKenney & Reeves, 2019, S. 7).

6.7 Schlussfolgerungen und Reflexion im Rahmen des Vorhabens

Zusammenfassung des Zyklus Mit diesem Zyklus wurde untersucht, ob die Konzepte aus dem Erklärmodell für Datenbewusstsein verständlich sind und von Schüler:innen auf neue Beispiele von ddA aus ihrem Alltag angewendet werden können. Zudem wurde im Sinne der Zielsetzungen des Konzepts untersucht, ob zusätzlich eine reflexive Auseinandersetzung der Schüler:innen mit der Rolle von Daten und – in ersten Ansätzen – ihrer eigenen Rolle in ihren alltäglichen Interaktionen mit ddA gefördert wird. Die Ergebnisse zeigen, dass die Konzepte zur Datenerhebung und zu den Datenverarbeitungszwecken – auf die sich dieser Zyklus konzentriert hat – für junge Schüler:innen verständlich sind. Einige von ihnen entwickelten ein konzeptionelles Verständnis und konnten eine differenziertere Perspektive auf die Rolle von Daten in einer gegebenen Situation einer Interaktion mit einer alltäglichen digitalen Anwendung einnehmen. Darüber hinaus deuten die Ergebnisse darauf hin, dass die Unterrichtsintervention dazu beitragen kann, dass sich die Schüler:innen mehr mit ihren alltäglichen Interaktionen mit ddA auseinandersetzen, indem sie die Rolle von Daten sowie ihr eigenes Verhalten häufiger reflektieren. Es zeigte sich weiterhin ein Zusammenhang zwischen dem Verstehen und Reflektieren der Rolle von Daten in Interaktionssystemen mit ddA, was darauf hinweist, dass das Lernen der Konzepte des Erklärmodells womöglich eine reflexive Auseinandersetzung fördern könnte. Einige Schüler:innen konnten offenbar eine Verbindung zwischen den im Unterricht gelernten Konzepten und ihren alltäglichen Interaktionen mit ddA herstellen. Insgesamt deuten die Ergebnisse darauf hin, dass das Erklärmodell potenziell eine informierte und

reflektierte Rolle sowie eine Handlungsfähigkeit der Schüler:innen in Interaktionssystemen mit ddA fördern kann. So liefert dieser Zyklus erste Erkenntnisse zur Förderung von Datenbewusstsein und dessen theoretischer Konzeption.

Reflexion des Zyklus im Sinne der Konzeptentwicklung Nachfolgend wird dieser Zyklus im Hinblick auf das weitere Forschungsvorhaben reflektiert. Der Fokus liegt dabei auf der Konzeptentwicklung, insbesondere in Bezug auf Beiträge zur theoretischen Konzeption und Folgerungen für den didaktischen Ansatz. Darüber hinaus werden Erfahrungen zum empirischen Zugang zur Messen von Datenbewusstsein im Sinne der Zielsetzungen des Konzepts aufgegriffen. Wesentliche Aspekte dieser Reflexion sind in Tabelle 6.8 zusammengefasst, die am Ende des zweiten und dritten Zyklus jeweils ergänzt wird.

Tabelle 6.8: Reflektierender Überblick zum ersten Zyklus

	Zyklus 1	Zyklus 2	Zyklus 3
Fokus	Verstehen der Konzepte zur Datenerhebung und der Datenverarbeitungszwecke sowie Reflektieren der eigenen Interaktionen mit ddA		
Empirischer Zugang	Verstehen der Datenerhebung und der Datenverarbeitungszwecke sowie Reflektieren der alltäglichen Interaktionen mit ddA explorativ gemessen (Fragebogen)	(Folgt im Kapitel 7)	(Folgt im Kapitel 8)
Beitrag zur theoretischen Konzeption	Unterstützung und Schärfung der Zielsetzung zum theoretischen Element des Verstehens und Reflektierens		
Folgerung für den didaktischen Ansatz	Perspektivwechsel zur Rolle des Erklärmodells: Nicht nur Grundlage für Unterrichtsplanung, sondern auch Lerngegenstand; Einführung der Konzepte des Erklärmodells systematischer auf dekontextualisierter Ebene		

Der Zyklus liefert Impulse für die Weiterentwicklung der theoretischen Konzeption von Datenbewusstsein, insbesondere im Hinblick auf das theoretische Element der Auseinandersetzung mit Interaktionssystemen mit ddA und dessen Beitrag zum *Verstehen* und *Reflektieren* dieser Interaktionssysteme (siehe Abschnitt 4.3.4). Der Schwerpunkt war dabei die Klärung, worauf sich die Ziele des Verstehens und Reflektierens konkret beziehen und wie ein Verständnis und eine Reflexion im Unterricht gefördert werden kann.

Das Verstehen bezieht sich insbesondere auf die Rolle von Daten in Interaktionen mit ddA. Dies wurde in diesem Zyklus anhand der Anwendung der Konzepte des Erklärmodells auf weitere Alltagsbeispiele von ddA operationalisiert. Die Ergebnisse zeigten, dass die Konzepte zur Datenerhebung und zu den Datenverarbeitungszwecken – als zwei zentrale Konzepte des Erklärmodells – für die Schüler:innen offenbar verständlich sind und sie das Gelernte auf neue Alltagsbeispiele anwenden können. Damit bestätigt die Untersuchung die Zielsetzung für die Förderung von Datenbewusstsein, wonach Schüler:innen befähigt werden sollen, ein konzeptionelles Verständnis für ddA zu entwickeln und auf alltägliche

ddA anzuwenden und die Rolle von Daten in diesen ddA differenzierter zu erkennen. Das Reflektieren wurde in diesem Zyklus explorativ in ersten Ansätzen untersucht, was vielversprechende Ergebnisse lieferte. Dabei wurde die Bedeutung der Zielsetzung der Förderung einer Reflexion der Interaktionssysteme mit ddA geschärft. Für die Weiterentwicklung des didaktischen Ansatzes wurde gefolgert, dass insbesondere die Reflexion der eigenen Rolle und der Handlungsmöglichkeiten, die bislang durch keine spezifische Aktivität abgedeckt wurde, weiter ausgearbeitet und im Unterricht als entsprechende Aktivitäten integriert werden sollte.

Die Konzepte des Erklärmodells dienten in diesem Zyklus im Wesentlichen als Orientierung für die Entwicklung des Unterrichtsvorhabens und wurden eher implizit eingeführt. Bei der Unterrichtsdurchführung zeigte sich jedoch der Bedarf, für die verschiedenen Perspektiven auf die Rolle von Daten konkrete Begrifflichkeiten im Unterricht zu verwenden und die Konzepte somit explizit zu machen. Aufgrund der vielversprechenden Ergebnisse der Förderung differenzierter Sichtweisen auf die Rolle von Daten besteht für die folgenden Zyklen das Potenzial, das konzeptionelle Verständnis durch eine systematische Einführung der Konzepte weiter zu stärken, sodass die Schüler:innen diese beispielsweise gezielt im Unterricht auf die Rolle von Daten in alltäglichen ddA anwenden können. Durch diesen Zyklus hat somit ein Perspektivwechsel hinsichtlich der Rolle des Erklärmodells stattgefunden: Zuvor diente es als Grundlage für die Unterrichtsplanung, zukünftig soll es jedoch auch als Lerngegenstand verstanden werden. Für die Weiterentwicklung des Ansatzes zur Förderung von Datenbewusstsein wurde daher gefolgert, dass die Konzepte im Unterricht direkt eingeführt werden sollen. Hierfür kann der Ansatz des kontextbasierten Lernens und der De- und Rekontextualisierung bei der Einführung von Konzepten genutzt werden (siehe Diskussion dazu in Abschnitt 4.4). Zudem soll dies auch die Abstraktion der Erkenntnisse aus der Auseinandersetzung mit dem Beispielkontext im Unterricht unterstützen.

Die beiden hier betrachteten Konzepte des Erklärmodells konnten durch den Zyklus ebenfalls weiter geschärft werden. Für die empirische Untersuchung des Verständnisses der Schüler:innen von den Konzepten des Erklärmodells wurde ein Ansatz mit offenen Items im Fragebogen verfolgt. Die Codierung der qualitativen Daten hinsichtlich der Konzepte des Erklärmodells gab Anlass zur weiteren Schärfung, beispielsweise aufgrund der Herausforderung, Antworten eindeutig einer Art der Datenerhebung oder einem Typ der Zwecke zuzuordnen. Darüber hinaus ist die Bedeutung des Konzepts der Datenmodelle im Verlauf des Zyklus deutlicher geworden, das bislang in der empirischen Untersuchung noch nicht berücksichtigt wurde. Der empirische Ansatz zur Beschreiben der Rolle von Daten in einem gegebenen Beispiel kann in den nächsten Zyklen weiterentwickelt und erneut verwendet werden; das Konzept der Datenmodelle ist dabei allerdings noch zu integrieren. Dieser Zyklus trug somit zur Weiterentwicklung des Erklärmodells sowie des empirischen Ansatzes zur Untersuchen des Verständnisses der Schüler:innen von der Rolle von Daten in Interaktionssystemen mit ddA als ein zentrales Element der Entwicklung von Datenbewusstsein bei.

Folgerungen für das weitere Vorgehen Neben den verschiedenen Beiträgen des Zyklus zu zukünftigen empirischen Untersuchungen, insbesondere in Bezug auf das Verständnis der Schüler:innen, ergeben sich auf Basis der Ergebnisse weitere Fragen für die folgenden Zyklen. Die Untersuchung lieferte Hinweise darauf, dass die Schüler:innen das Gelernte

mit ihren Alltagserfahrungen und -situationen verknüpfen konnten und Schlussfolgerungen für ihre alltäglichen Interaktionen mit ddA gezogen haben. Diese Interpretation ist allerdings noch limitiert und sollte weiter untersucht werden. Im nächsten Zyklus wird daher der Rückbezug des Gelernten in den eigenen Alltag sowie die von den Schüler:innen wahrgenommene Bedeutsamkeit des Lernens über ddA im Sinne Datenbewusstseins weiter ausdifferenziert und empirisch untersucht.

Zyklus 2: Bedeutsamkeit des Lernens des Erklärmodells

Hinweis zur vorherigen Veröffentlichung von Teilen dieses Kapitels

Wesentliche Teile dieses Kapitels wurden bereits zuvor in dem Artikel von Höper und Schulte (2024b) veröffentlicht.

Zusammenfassung dieses Kapitels

Nachdem im ersten Zyklus Hinweise dafür gefunden wurden, dass Datenbewusstsein das Reflektieren der alltäglichen Interaktionssysteme mit ddA fördern kann – also möglicherweise zur Transformation der Perspektiven auf diese Interaktionssysteme und die eigene Rolle darin beitragen kann –, wurde dies im zweiten Zyklus weitergehend empirisch untersucht. Dies wird in diesem Kapitel beschrieben. Dabei geht es insbesondere darum, im Rahmen der Wirkungen eines Unterrichtsvorhabens zum Konzept Datenbewusstsein zu untersuchen, inwiefern eine solche Intervention für die Schüler:innen als bedeutsam erlebt wird und ob dies zu einer Veränderung ihrer Perspektive auf ihre Interaktionen mit ddA beiträgt. Mithilfe explorativer Interviews und einer qualitativen Inhaltsanalyse konnte ein vorläufiges Modell erarbeitet werden, das vier Bereiche beschreibt, in denen Schüler:innen eine Bedeutsamkeit im Lernen über ddA erkennen. Dies liefert unter anderem Hinweise dafür, wie das Lernen des Erklärmodells für Datenbewusstsein für Schüler:innen eine Bedeutsamkeit in ihrem Alltag entfalten kann und so die Rückbindung des Gelernten in alltägliche Situationen unterstützen kann.

7.1 Einordnung in das Dissertationsvorhaben

Ein zentrales Ziel des Konzepts Datenbewusstsein besteht darin, dass Schüler:innen das Erklärmodell und die darin enthaltenen Konzepte in alltäglichen Interaktionen mit ddA anwenden können, um dadurch eine selbstbestimmte, mündige und verantwortungsvolle

Handlungsfähigkeit zu entwickeln (siehe Diskussion der Zielsetzungen in Abschnitt 4.3.1). Das setzt voraus, dass Schüler:innen das Lernen des Erklärmodells mit ihren Alltagserfahrungen und -perspektiven verknüpfen sowie das Gelernte sinnvoll in ihren alltäglichen Interaktionen mit ddA im Sinne einer Handlungsfähigkeit nutzen können. Die in Abschnitt 2.6.4 diskutierten Studien zeigten allerdings, dass es einigen Schüler:innen schwerfällt, beim Lernen über Daten und ddA einen Bezug zum Alltag herzustellen. Darüber hinaus zeigten die Studien, dass mehr Wissen über Daten und ddA nicht zwangsläufig auch zu mehr Handlungsfähigkeit der Schüler:innen führt. Dies wirft die Frage auf, ob und wie eine solche Verknüpfung zum Alltag beziehungsweise zur Rückbindung des Gelernten in alltägliche Interaktionen mit ddA und eine damit verbundene Förderung von Handlungsfähigkeit gelingen kann.

Im ersten Zyklus wurden Hinweise dafür gefunden, dass sich die Schüler:innen nach dem Unterricht häufiger mit ihren Interaktionen mit ddA auseinandersetzen und die Rolle von Daten dabei reflektieren wollen. Somit liegt es nahe, dass der Ansatz für Datenbewusstsein beim Verknüpfen des Gelernten mit alltäglichen Situationen unterstützen kann und dass Schüler:innen für sich in den gelernten Konzepten eine Bedeutsamkeit erkennen können. Dies wird im zweiten Zyklus genauer betrachtet. Dabei soll insbesondere besser verstanden werden, welche Bedeutsamkeit Schüler:innen dem Lernen über das Erklärmodell beimessen und wie dies mit ihrer Handlungsfähigkeit in Interaktionen mit ddA zusammenhängt. Im Fokus dieses Zyklus steht somit die dritte Forschungsfrage des Dissertationsvorhabens, wobei die Ergebnisse aus dem ersten Zyklus im Hinblick auf die zweite Forschungsfrage des Vorhabens erweitert und bestätigt werden sollen:

(RQ3_{Diss}) Inwiefern kann das Lernen über datengetriebene digitale Artefakte für Schüler:innen in ihren alltäglichen Interaktionen mit datengetriebenen digitalen Artefakten subjektiv bedeutsam sein?

Um die Ziele der empirischen Untersuchung dieses Zyklus näher zu bestimmen, soll kurz näher auf die Idee der Rückbindung an den Alltag und der Bedeutsamkeit eingegangen werden. In der Einleitung dieser Arbeit wurde für die Rückbindung bereits eine Argumentation dargelegt (siehe Abbildung 1.1). Dabei ging es darum, dass ausgehend vom Ziel, dass sich Schüler:innen in einer datengetriebenen Welt orientieren und kompetent bewegen können, ein Bedarf am Lernen über ddA gesehen wird. Dafür müssen relevante informatische Konzepte identifiziert sowie entsprechende Unterrichtsansätze entwickelt werden. Wenn Schüler:innen diese Konzepte gelernt haben, wird angenommen, dass sie diese im Alltag im Sinne der ursprünglichen Ziele anwenden können, beispielsweise um alltägliche ddA zu verstehen. Diese Argumentation ist im oberen Teil der Abbildung 7.1 dargestellt. Angesichts des Ziels, dass die entsprechenden Konzepte im Alltag helfen sollen, etwa um sich in einer datengetriebenen Welt selbstbestimmt und mündig bewegen zu können, muss die Rückbindung des Gelernten an den Alltag berücksichtigt werden. Für die Evaluation von Unterrichtsansätzen stellt sich als erster Schritt die Frage, ob Schüler:innen Wissen und Fähigkeiten erworben haben, und als zweiter Schritt, was die Schüler:innen aus ihrer Sicht gelernt haben, also welche Bedeutsamkeit sie im Lerngegenstand für sich erkennen. Diese Argumentation zur Evaluation von Unterrichtsansätzen wird im unteren Teil der Abbildung 7.1 dargestellt.

Diese Rückbindung des Gelernten an den Alltag sowie die damit verbundenen wahrgenommene Bedeutsamkeit stellt die Grundlage für die Ausrichtung der empirischen

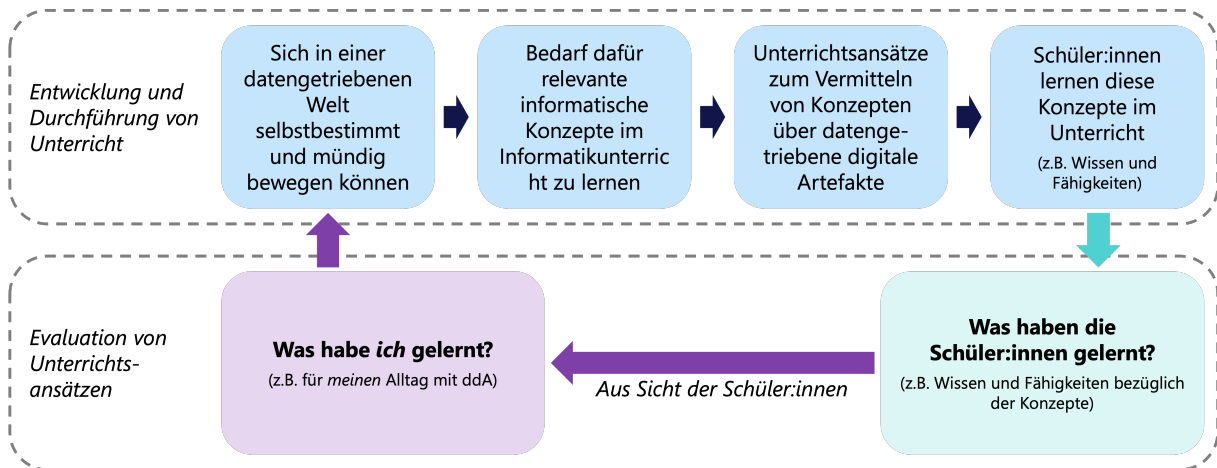


Abbildung 7.1: Begründungszusammenhang für die Entwicklung und Durchführung von Unterricht und Schritte der Evaluation dessen mit einem Fokus auf der Frage, was Schüler:innen aus ihrer Sicht gelernt haben als Teil der Bedeutsamkeit des Lernens über ddA (siehe Pfad in violett)

Untersuchung dieses Zyklus dar. In der Untersuchung wird das Unterrichtsvorhaben zu den Empfehlungssystemen als Intervention eingesetzt. Die Untersuchung adressiert dabei Schüler:innen im Alter von 13 bis 16 Jahren. In der Untersuchung geht es insbesondere um die zweite beschriebene Frage nach der von Schüler:innen wahrgenommenen Bedeutsamkeit. Daher soll untersucht werden, wie das Lernen des Erklärmodells dazu beitragen kann, dass sich Schüler:innen in der datengetriebenen Welt selbstbestimmt und mündig bewegen können. Da unklar ist, wie Schüler:innen das Lernen über ddA konkret mit ihrem Alltag in Verbindung bringen und was sie für sich als bedeutsam wahrnehmen, wird für diese Untersuchung ein offener und explorativer Ansatz gewählt. Somit wird eine qualitative Erhebung mithilfe von Interviews nach der Unterrichtsintervention durchgeführt. Basierend auf den Ergebnissen der Analyse dieser Interviews wird ein Modell aufgestellt, das verschiedene Aspekte der von den Schüler:innen wahrgenommenen Bedeutsamkeit zusammenführt. Damit die Ergebnisse entsprechend interpretiert werden können, sind zudem Kenntnisse hinsichtlich des ersten Schritts der Überprüfung, ob die Schüler:innen die Konzepte aus dem Erklärmodell erfolgreich gelernt haben, nötig (siehe rechter Teil der Evaluation in Abbildung 7.1). Daher wird dies ebenfalls in den Interviews erfasst und schließt an die Abfragen des ersten Zyklus an, erweitert diese jedoch hinsichtlich der Limitationen des ersten Zyklus in Bezug auf das Konzept der Datenmodelle sowie weiterführende Fragen erweitert.

Daraus ergeben sich für den zweiten Zyklus (Z2) die folgenden spezifischen Forschungsfragen:

(RQ1_{Z2}) Inwiefern haben die Schüler:innen ein Verständnis über die Rolle von Daten in Interaktionssystemen mit ddA entwickelt, insbesondere in Bezug auf die Konzepte aus dem Erklärmodell für Datenbewusstsein? („Was haben die Schüler:innen gelernt?“ in Abbildung 7.1)

(RQ2_{Z2}) Welche Bedeutsamkeit sehen Schüler:innen für ihre alltäglichen Interaktionen mit ddA, wenn sie die Konzepte über die Rolle von Daten in

Interaktionssystemen mit ddA aus dem Erklärmodell für Datenbewusstsein gelernt haben? („Was habe ich gelernt?“ in Abbildung 7.1)

Der Zyklus soll zur theoretischen Konzeption von Datenbewusstsein beitragen, beispielsweise hinsichtlich der Identifizierung und Entwicklung der vier theoretischen Elemente des Konzepts. Zudem soll der Zyklus Erkenntnisse zur Schärfung und Prüfung der Zielsetzungen des Konzepts beitragen, etwa im Hinblick auf die Verwendung des Erklärmodells in alltäglichen Situationen, den Fokuswechsel und das Verstehen und Reflektieren von ddA. Außerdem werden durch den Zyklus erste Einblicke darin gewonnen, wie das Erklärmodell zu einer Handlungsfähigkeit im Sinne Datenbewusstseins beitragen kann. Darüber hinaus trägt der Zyklus zur Weiterentwicklung des Erklärmodells und Schärfung der Konzepte bei, indem die Verständlichkeit der Konzepte aus Sicht der Schüler:innen geprüft wird. Weiterhin knüpft dieser Zyklus an die Limitationen des ersten Zyklus an und entwickelt den Ansatz zur Erfassung des Verständnisses der Schüler:innen für das Erklärmodell weiter.

7.2 Stand der Forschung

Im Kapitel 2 wurden bereits im Rahmen der Ausgangslage dieser Arbeit auch die wesentlichen Teile des Stands der Forschung für diesen Zyklus diskutiert. Daher folgt hier eine zusammenfassende Darstellung zur Einordnung dieses Zyklus in den Rahmen des Vorhabens.

Wie bereits zuvor beschrieben und etwa im ersten Zyklus untersucht, zeigen verschiedene Studien, dass viele Schüler:innen ein geringes Verständnis für die Erhebung und Verarbeitung persönlicher Daten in digitalen Anwendungen haben (siehe Abschnitt 2.6.1). Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, Schüler:innen zu befähigen, die Rolle von Daten in alltäglichen ddA zu verstehen. Zum Lernen über Daten, KI oder ddA wurden in den letzten Jahren verschiedene Ansätze entwickelt, beispielsweise im Zusammenhang mit Data Literacies, AI Literacies oder Data Agency (siehe für eine ausführlichere Diskussion dazu Abschnitt 2.5). Bei diesen Ansätzen wird meistens darauf abgezielt, dass Schüler:innen etwa mit Daten umgehen und diese analysieren oder KI-Technologien verstehen und eigene ML-Anwendungen gestalten können. Da Schüler:innen im Alltag meist Nutzende von ddA sind, stellt sich die Frage, ob sie das Gelernte zu Daten und ddA auch im Alltag anwenden.

Im Hinblick auf den Rückbezug des im Unterricht erworbenen Wissens und der Fähigkeiten wurden im Abschnitt 2.6.4 Studien diskutiert. Dort zeigte sich, dass der Zusammenhang zwischen Konzepten über Daten und KI und alltäglichen Situationen mit digitalen Anwendungen für Schüler:innen teilweise nicht klar ist. So lernen sie teilweise im Unterricht fachliche Inhalte über Daten und KI ohne eine Verknüpfung zu ihren alltäglichen Interaktionen mit ddA zu erkennen. Darüber hinaus zeigten Studien, dass Lernen über Daten und ddA – selbst wenn ein Bezug zum Alltag hergestellt wird – nicht zwangsläufig zu mehr Handlungsfähigkeit führt oder Schüler:innen dabei unterstützt, ihre eigenen Interaktionen mit ddA zu reflektieren oder Schlussfolgerungen für ihr Handeln zu ziehen. Somit liegt es nahe, dass einige Schüler:innen beim Lernen über ddA keine oder nur eine geringe Bedeutsamkeit für ihre alltäglichen Situationen erkennen.

In Bezug auf das Ziel, dass Schüler:innen das Gelernte über ddA in alltäglichen Interaktionen mit ddA anwenden können und so ihre Handlungsfähigkeit unterstützt wird, kommt erschwerend hinzu, dass viele Nutzende offenbar passive und resignierte Haltungen gegenüber ddA entwickeln. Die in Abschnitt 2.6.3 diskutierten Konzepte zeigen, dass viele Nutzende sich gegenüber der Rolle von Daten in ddA machtlos und handlungsunfähig fühlen und etwa resignierte Haltungen entwickeln. Die Gründe dafür scheinen vielfältig und umfassen unter anderem mangelndes Wissen, fehlende Fähigkeiten zur Kontrolle und einen Mangel an wahrgenommenen Handlungsoptionen. Solche Haltungen und Einstellungen bei Schüler:innen können eine Hürde dafür darstellen, dass sie sich im Alltag mit ddA auseinandersetzen und sich beispielsweise mit der Rolle von Daten beschäftigen. Zu diesen Haltungen und Einstellungen kommen weitere Hürden hinzu, wie etwa im Hinblick auf die Wechselwirkung zwischen Mensch und ddA und beispielsweise die damit verbundenen Auswirkungen eines ddA auf den Menschen sowie Einschränkungen der Einsicht und des Einflusses des Nutzenden auf geschlossene Systeme (siehe Abschnitt 4.2.3) oder auch einen Konflikt der Handlungsziele bedingt durch das soziale Umfeld (z.B. hinsichtlich der Wahl der Nutzung von ddA) (siehe z.B.: Acquisti et al., 2020; Marwick & Boyd, 2014; Pangrazio & Selwyn, 2020).

Diese unterschiedlichen Aspekte stellen Hürden dafür dar, dass Schüler:innen die gelernten Konzepte über ddA mit ihrem Alltag in Verbindung bringen und in alltäglichen Interaktionen mit ddA anwenden können sowie dass sie von ihren eigentlichen Handlungszielen bei der Nutzung von ddA abweichen und stattdessen mit den ddA und der Rolle von Daten auseinandersetzen.

Der didaktische Ansatz von Datenbewusstsein soll daher dazu beitragen, dass Schüler:innen im Lernen der Konzepte des Erklärmodells für sich eine Bedeutsamkeit erkennen und ihnen die Konzepte im Alltag helfen. Um dies zu fördern, wird gezielt an die Alltagsperspektiven der Schüler:innen angeknüpft und ein Alltagskontext im Sinne des kontextbasierten Lernens als Grundlage für das Lernen der Konzepte des Erklärmodells genutzt. Im Folgenden wird daher explorativ untersucht, welche Bedeutsamkeit Schüler:innen im Lernen der Konzepte des Erklärmodells erkennen.

7.3 Methodik

In diesem Abschnitt wird die methodische Umsetzung der empirischen Untersuchung dieses Zyklus beschrieben. Dabei werden insbesondere das Studiendesign, das Vorgehen, die Teilnehmer:innen sowie die Datenerhebung und -analyse erläutert.

7.3.1 Studiendesign und Vorgehen

Für diese Studie wurden zwei Lehrkräfte aus dem Lehrkräftenetzwerk dieses Dissertationsvorhabens akquiriert (siehe Baustein 1 in Abschnitt 3.3). Diese führten eine Unterrichtsintervention in ihrem Informatikunterricht durch, in der das Konzept Datenbewusstsein umgesetzt wurde. In diesem Zyklus wurde im Gegensatz zum ersten Zyklus das Unterrichtsvorhaben zum Thema Empfehlungsdienste verwendet (siehe Abschnitt 5.3), das auf Informatikunterricht in den Jahrgangsstufen 8 bis 10 ausgerichtet ist. Der Stand des Unterrichtsvorhabens in diesem Zyklus wird nachfolgend in Abschnitt 7.3.3 skizziert. Die

Lehrkräfte wurden in mehreren Gesprächen über die Unterrichtsintervention, deren Materialien sowie das Studiendesign instruiert. Sie führten die Unterrichtsintervention als reguläre Lehrkräfte in ihren Klassen durch. Die Durchführung umfasste acht Unterrichtsstunden (je 45 Minuten) über einen Zeitraum von vier Wochen. Während dieses Zeitraums fanden wöchentlich Gespräche mit den Lehrkräften statt, in denen insbesondere die Unterrichtsdurchführung und die Materialien besprochen und reflektiert wurden. Dabei haben die Lehrkräfte ihre Erfahrungen und Beobachtungen berichtet, was einerseits dem Abgleich der Planung mit der Durchführung und andererseits zum Gewinnen von Ideen für die Weiterentwicklung des Unterrichtsvorhabens diente. Einzelne Unterrichtsstunden wurden von mir hospitiert.

Für die Beantwortung der Forschungsfragen dieses Zyklus sind insbesondere die Perspektiven der Schüler:innen auf die Unterrichtsintervention relevant. Diese Perspektiven zu erheben und zu explorieren erfordert, dass die Schüler:innen beispielsweise von ihren Lernerfahrungen aus der Unterrichtsintervention berichten können. Aus diesen Gründen wurde für die Untersuchung der Forschungsfragen die Datenerhebungsmethode der qualitativen Interviews gewählt, sodass offene Fragen gestellt werden und die Schüler:innen „in eigenen Worten antworten“ (Döring & Bortz, 2016, S. 365ff.) können. Die Interviews wurden retrospektiv durchgeführt, also nach der Unterrichtsintervention. Für die Interviews wurde ein Leitfaden mit Fragen zur Untersuchung der Forschungsfragen erstellt, mit dem halbstrukturierte Interviews durchgeführt wurden, sodass vertiefende Nachfragen gestellt werden konnten (vgl. Döring & Bortz, 2016, S. 372). Erklärungen zu dem Leitfaden werden nachfolgend im Abschnitt 7.3.4 ausgeführt. Für die Interviews wurden nach der letzten Unterrichtsstunde einzelne Schüler:innen akquiriert. Sie fanden als Einzelinterviews statt. Die Auswahl der Schüler:innen für die Interviews erfolgte als zufällige Auswahl von freiwilligen Schüler:innen, die an einem Interview teilnehmen wollten. Die Interviews wurden von mir mithilfe des Leitfadens durchgeführt. Sie dauerten zwischen 13:00 Minuten und 24:31 Minuten, mit einer durchschnittlichen Länge von 16:14 Minuten. Zu den Interviews wurden Audioaufnahmen erstellt, die die Datengrundlage für die Auswertung in dieser Studie bieten. Anschließend habe ich die Aufnahmen vollständig wortwörtlich transkribiert, wobei Füllwörter und Pausen ausgelassen wurden, da sie für die Analyse im Hinblick auf die Forschungsfragen nicht relevant waren.

7.3.2 Teilnehmer:innen

In der Durchführung des Unterrichts haben 58 Schüler:innen im Alter von 13 bis 15 Jahren teilgenommen. Sie stammten aus insgesamt vier Klassen der Jahrgangsstufe 8. Alle Klassen gehörten zu einem Gymnasium in Nordrhein-Westfalen. Jeweils zwei Klassen wurden von einer der beiden Lehrkräfte unterrichtet. An den Interviews haben schließlich sechs Schüler:innen (fünf Schüler und eine Schülerin) teilgenommen, wobei jeweils drei derselben Klasse angehörten. So wurden von beiden Lehrkräften jeweils eine Klasse für die Interviews gewählt, aus der jeweils drei Schüler:innen interviewt wurden. Die Lehrkräfte haben die sechs Schüler:innen als sehr unterschiedlich in Bezug auf ihr Leistungsniveau im Informatikunterricht beschrieben. Manche der Schüler:innen wurden von den Lehrkräften als hoch motiviert beschrieben, während andere üblicherweise in ihrem Unterricht weniger Engagement zeigen.

7.3.3 Einordnung zur Intervention

In diesem Zyklus wird das Unterrichtsvorhaben zum Thema Empfehlungsdienste durchgeführt. Die finale Fassung des Unterrichtsvorhabens am Ende des Dissertationsvorhabens wurde in Abschnitt 5.3 vorgestellt. Im Folgenden wird die für den Zyklus verwendete Version kurz skizziert, sodass zentrale Unterschiede zur finalen Version deutlich werden. Die folgende Beschreibung orientiert sich an den vier Teilen des Unterrichtsvorhabens.

Der erste Teil knüpft an die alltäglichen Erfahrungen und Perspektiven der Schüler:innen zu Interaktionen mit ddA an, insbesondere im Kontext von Streamingplattformen. Aufgegriffen werden dabei etwa Erfahrungen der Schüler:innen mit der Personalisierung bei solchen Plattformen. Zunächst wird auf die Frage hingeführt, wie bei einem solchen System personalisierte Empfehlungen generiert werden. In einer Partnerarbeit erarbeiten die Schüler:innen erste Ideen zum Ermitteln von Filmempfehlungen, indem sie sich in die Perspektive von Entwickelnden eines solchen Systems versetzen und selbst Filmempfehlungen für andere Lernende finden. Anschließend reflektieren sie diese Aktivität, wobei sie Vermutungen entwickeln, welche persönlichen Daten für das Generieren von Filmempfehlungen hilfreich sein könnten. Ausgehend von den Ergebnissen der Schüler:innen werden gemeinsam die Konzepte der expliziten und impliziten Datenerhebung abgeleitet und verallgemeinert.

Im zweiten Teil setzen sich die Schüler:innen weitergehend mit der Funktionsweise eines Filmempfehlungssystems auseinander. Sie bekommen ein vorbereitetes Jupyter Notebook als eine Art interaktives Arbeitsblatt. Dort bewerten sie als Erstes Filme und bekommen daraufhin eigene Filmempfehlungen. Anschließend erarbeiten sie schrittweise dessen Funktionsweise, wobei sie sich mit dem k -Nearest Neighbors Verfahren sowie dem Prinzip des kollaborativen Filterns beschäftigen. Die Schüler:innen lernen somit eine erste datengetriebene Methode kennen, mit der persönliche Daten des Nutzenden sowie von ähnlichen Nutzende verarbeitet werden, um personalisierte Empfehlungen zu generieren. Im Rahmen dieses Teils lernen die Schüler:innen das Konzept der Datenmodelle über Nutzende kennen, das sich neben der Datenerhebung beispielsweise im kollaborativen Filtern widerspiegelt.

Als Überleitung zum dritten Teil werden die Begriffe der primären und sekundären Zwecke eingeführt. Im dritten Teil beschäftigen sich die Schüler:innen mit einem fiktiven sekundären Zweck. In einer Podiumsdiskussion beschäftigen sie sich kritisch mit der Verwendung eines Empfehlungssystems für die Umsetzung einer personalisierten Bezahl-schranke bei einer Streamingplattform. Dabei nehmen sie verschiedene Rollen ein und reflektieren den verantwortungsvollen Einsatz von ddA und der Umsetzung von Datenpraktiken aus verschiedenen Perspektiven. Anschließend nehmen sie begründet Stellung zu Empfehlungssystemen und dem exemplarischen sekundären Zweck der Verarbeitung persönlicher Daten.

Der vierte Teil beginnt mit einer Sammlung von ddA aus dem Alltag der Schüler:innen, in denen sie Empfehlungsdienste wiederfinden. Dann wählen sie eines dieser ddA und analysieren es hinsichtlich der Erhebung und Verarbeitung persönlicher Daten, was sich an den Konzepten des Erklärmodells für Datenbewusstsein orientiert. Sie wenden demnach in dieser Aktivität ihre erworbenen Kenntnisse zur Rolle von Daten in Interaktionen mit ddA auf alltägliche Beispiele an. Anschließend stellen sie ihre Ergebnisse vor und bewerten die Datenpraktiken in diesen Beispielen. Die Schüler:innen hinterfragen dabei die betrachteten Interaktionssysteme kritisch, diskutieren ihre eigene Rolle darin und nehmen begründet

Stellung zum Einsatz von Empfehlungssystemen in den Beispielen.

7.3.4 Interviews zur Datenerhebung

Nach der Unterrichtsintervention wurden Interviews durchgeführt. In Orientierung an die Forschungsfragen sollen die Schüler:innen in diesen Interviews über ihr Verständnis der Konzepte („Was haben sie gelernt?“ in Abbildung 7.1; RQ1_{Z2}) sowie die von ihnen wahrgenommene Bedeutsamkeit beim Lernen über diese Konzepte („Was habe ich gelernt?“ in Abbildung 7.1; RQ2_{Z2}) befragt werden. Anknüpfend an die Erfahrungen aus dem ersten Zyklus kann es beispielsweise vorkommen, dass Schüler:innen eher oberflächlich antworten, wie etwa bezogen auf die sekundären Zwecke, weshalb in den Interviews die Möglichkeit für vertiefende und klärende Nachfragen bestehen sollte. Aus diesem Grund wurde das Format halbstrukturierter Interviews gewählt (vgl. Döring & Bortz, 2016, S. 372).

Zur Beantwortung der Forschungsfragen sollten der Leitfaden einerseits Fragen hinsichtlich der Konzepte des Erklärmodells enthalten und andererseits Antworten zur wahrgenommenen Bedeutsamkeit ermöglichen. Letzteres direkt zu fragen kann zu einer Verzerrung durch soziale Erwünschtheit führen, da beispielsweise im Hinblick auf die Diskussionen zu Privatsphäre und dem Privacy Paradox (siehe Abschnitt 2.6.2) vermutlich das Gefühl bestehen könnte, dass es als relevant empfunden werden sollte, auch wenn die Schüler:innen dies so selbst nicht sehen. Dementsprechend wurden nur indirekte Fragen nach den Sichtweisen der Schüler:innen auf die Bedeutsamkeit integriert, deren Antworten Hinweise darauf geben sollen, ob die Schüler:innen eine Bedeutsamkeit in dem Lernen über ddA erkennen. Dies führte zu einem Leitfaden mit insgesamt vier inhaltlichen Teilen, gerahmt durch eine Begrüßung und eine Verabschiedung. Der vollständige Leitfaden mit allen Fragen ist im Anhang der Arbeit unter Abschnitt D.1 aufgeführt.

- *Beschreibung der Unterrichtsintervention:* Die Schüler:innen sollen die Unterrichtsintervention beschreiben und werden gefragt, worum es im Unterricht ging und welche Inhalte oder Aktivitäten sie spannend fanden.
- *Empfehlungsdienste:* Die Schüler:innen sollen beschreiben, was Empfehlungsdienste sind und wie relevant dieses Thema für den Unterricht ihrer Ansicht nach ist. Ergänzend werden sie gefragt, was andere Schüler:innen ihrer Ansicht nach über Empfehlungsdienste lernen sollten. Zudem werden sie nach einer Bewertung solcher Systeme gefragt.
- *Anwendung der Konzepte auf neue Beispielkontexte:* Es wird ein exemplarischer Kontext für ein ddA gegeben, der in der Unterrichtsintervention nicht thematisiert wurde. Dafür wurde die Nutzung einer Suchmaschine gewählt, die wie Empfehlungsdienst eine personalisierte Sortierung von Suchergebnissen liefert. Dieses Szenario wird mit einem Bild und einer kurzen Beschreibung eingeführt, zu dem die Schüler:innen anschließend die Rolle von Daten beschreiben sollten.
- *Sonstige Anmerkungen:* Zum Schluss des Interviews werden die Schüler:innen gefragt, ob sie noch weitere Anmerkungen zu dem Unterricht oder dem Interview geben möchten.

Die Fragen wurden selbst formuliert und mit anderen Forschenden diskutiert. Jene Fragen, die sich auf die Konzepte des Erklärmodells beziehen, orientieren sich entsprechend an den Konzepten. Dabei orientiert sich die Frage nach der Anwendung der Konzepte auf ein weiteres Beispiel eines ddA an die Erfahrungen aus dem ersten Zyklus. Von der Struktur her beginnt der Leitfaden in Orientierung an den Empfehlungen von Döring und Bortz (2016, S. 372f.) mit eher allgemeineren Fragen, bevor spezifischere Fragen zu Empfehlungsdiensten und der Anwendung der Konzepte des Erklärmodells auf ein weiteres Beispiel für ddA gestellt werden.

Für die Untersuchung der ersten Forschungsfrage dienen somit zusammenfassend insbesondere der zweite und dritte Teil, in denen die Schüler:innen die Konzepte erklären und anwenden. Dahingegen betrifft die zweite Forschungsfrage insbesondere den ersten und vierten Teil der Interviews, die Einblick in die aus Sicht der Schüler:innen wahrgenommene Bedeutsamkeit des Lernens über die Konzepte des Erklärmodells geben sollen.

7.3.5 Datenanalyse

Die Transkripte der Interviews wurden anschließend analysiert, wozu eine inhaltlich strukturierende Inhaltsanalyse nach Kuckartz (2018, S. 97-121) durchgeführt wurde. Wesentliche Schritte dieses Ansatzes sind: das Entwickeln von Hauptkategorien, das Codieren der Hauptkategorien, das induktive Bestimmen von Subkategorien (Subcodes), erneutes Codieren der Daten mit dem finalen Codesystem und anschließende weitere Auswertungen der codierten Daten (vgl. Kuckartz, 2018, S. 100-111). Dabei wurde im Wesentlichen das Verständnis der Schüler:innen von der Rolle von Daten in Interaktionssystemen mit ddA ausgewertet (RQ1_{z2}) sowie die von ihnen wahrgenommene Bedeutsamkeit beim Lernen über die Konzepte exploriert (RQ2_{z2}). Die Vorgehensweisen hinsichtlich der beiden Forschungsfragen unterscheiden sich teilweise, sodass sie nachfolgend einzeln beschrieben werden. Die Codierleitfäden im Hinblick auf die beiden Forschungsfragen sind im Abschnitt D.2 im Anhang zu finden.

Datenanalyse zur ersten Forschungsfrage Für die erste Forschungsfrage soll analysiert werden, ob die Schüler:innen die Konzepte aus dem Erklärmodell für Datenbewusstsein verstanden haben und anwenden können. Demzufolge wurden für die Konzepte des Erklärmodells deduktiv ein Kategoriensystem erstellt, das fünf Hauptkategorien umfasst: (a) explizite Datenerhebung, (b) implizite Datenerhebung, (c) primäre Zwecke der Datenverarbeitung, (d) sekundäre Zwecke der Datenverarbeitung und (e) Datenmodelle über Nutzende. In der Tabelle 7.1 wird ein Überblick über die Codes mit entsprechenden Beispielen gegeben. Der Codierleitfaden für die ersten vier Code Kategorien wurde vom ersten Zyklus adaptiert. Dort wurde bereits ein Codierleitfaden zur Auswertung von Antworten im Fragebogen entwickelt, mit dem das Verständnis für die Datenerhebung und -verarbeitung bei ddA untersucht wurde, der sich dort als reliabel erwiesen hatte (siehe Abschnitt C.2). Zwischen dem ersten und zweiten Zyklus wurde die Charakterisierung der Interaktionssysteme mit ddA weiter ausgearbeitet, sodass die Konzepte des Erklärmodells weiter geschärft wurden und somit auch das Verständnis der Code Kategorien konkretisiert werden konnte. Die fünfte Hauptkategorie wurde aufbauend auf der Charakterisierung der Interaktionssysteme mit ddA entwickelt (siehe Abschnitt 4.2.2). Die Transkripte wurden mit diesen fünf Codes vollständig codiert, wobei insbesondere die

zuvor beschriebenen Interviewteile zwei und drei relevant waren. Während ich alle Daten codierte, bekam ein weiterer Forscher die codierten Daten und den Codierleitfaden, mit dem er die Codierung und die entsprechenden Ergebnisse überprüfte. Dieses Verfahren orientierte sich an einem Audit-Prozess (siehe: Akkerman et al., 2008). Außerdem wurden Data Sessions durchgeführt, in denen die codierten Daten diskutiert wurden und ein konsensuelles Verständnis für die Interpretation der Daten entwickelt wurde. Während der Analyse der codierten Daten wurde genauer untersucht, ob die Schüler:innen die Konzepte auf das Beispiel im Interview anwenden und ob sie die Konzepte mit allgemeinen Worten erklären können. Die Bewertung der Codierung im Rahmen des Audit-Prozesses und die Diskussion der Ergebnisse in Data Sessions unterstützen die Qualität der Codierung. Dieser Prozess soll so zur Reliabilität und Validität der Datenanalyse und der Interpretationen beitragen (vgl. Akkerman et al., 2008; Kuckartz, 2018).

Datenanalyse zur zweiten Forschungsfrage Für die Untersuchung der von den Schüler:innen wahrgenommenen Bedeutsamkeit des Lernens über Daten und ddA wurde ein explorativer Ansatz gewählt, um zu verstehen, wie sich eine solche Wirkung der Intervention auf den Alltag der Schüler:innen konkret zeigt. Die Code Kategorien für die zweite Forschungsfrage wurden daher induktiv erarbeitet. Dadurch kann konkret untersucht werden, wie und warum Lernen über Daten und ddA von den Schüler:innen als relevant wahrgenommen wird.

Entsprechend den Schritten der inhaltlich strukturierenden Inhaltsanalyse nach Kuckartz (2018) wurden die Transkripte zunächst gesichtet und relevante Segmente identifiziert, die insbesondere in den zuvor beschriebenen Teilen eins und vier des Interviews zu finden waren. Gesucht wurden dabei insbesondere Antworten von Schüler:innen, in denen sie beispielsweise einen Bezug zu ihrem Alltag herstellen oder das Thema des Unterrichts bewerteten. Anschließend wurden für diese Segmente induktiv Kategorien identifiziert und so ein entsprechender Codierleitfaden entwickelt. Dies resultierte in vier Hauptkategorien, die in der Tabelle 7.2 zusammengefasst werden. Auf dieser Grundlage wurden alle Daten codiert und anschließend induktiv Subcodes entwickelt. Danach wurden die codierten Daten kategorienbasiert ausgewertet und interpretiert (Kuckartz, 2018, S. 118f.).

Ähnlich wie bei der Analyse zur ersten Forschungsfrage wurden auch hier die Daten von mir vollständig codiert. Die Codes, Codierung und Interpretationen wurden ebenfalls mit anderen Forschenden diskutiert, wobei hier über den Prozess hinweg mehrere Sitzungen durchgeführt wurden, aus denen Ideen für die Überarbeitung der Codes, Codierungen und Interpretationen gewonnen hervorgingen. Teilweise wurden diese nach entsprechender Überarbeitung erneut mit Forschenden diskutiert. So wurde also ähnlich wie bei der ersten Forschungsfrage ein Audit-Prozess sowie Data Sessions durchgeführt, einschließlich der Bewertung der Codierung und der Diskussion der Ergebnisse (siehe: Akkerman et al., 2008; Kuckartz, 2018). In Anlehnung an Akkerman et al. (2008) sind solche Vorgehensweisen in iterativen Datenanalysen hilfreich, wie etwa bei explorativen Ansätzen, wie sie in der Auswertung zur zweiten Forschungsfrage umgesetzt wurde. Während dieser Diskussionen wurde den Interpretationen besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Akkerman et al. (2008) argumentiert, dass dieses Vorgehen zum Prüfen der Datenerhebung, Datenanalyse und Interpretation sowie die entsprechenden Diskussionen in Data Sessions zur Reliabilität und Validität der Ergebnisse beitragen kann. Sofern nach den verschiedenen Sitzungen Änderungen vorgenommen wurden, wurden die codierten Daten jeweils vollständig mit

den überarbeiteten Codes überarbeitet.

7.4 Ergebnisse

Die Beschreibung der Ergebnisse in diesem Abschnitt ist entlang der beiden Forschungsfragen strukturiert. Es wird zunächst das Verständnis der Schüler:innen im Hinblick auf die Konzepte (RQ1_{z2}) und anschließend die von den Schüler:innen wahrgenommene Bedeutsamkeit des Lernens über ddA (RQ2_{z2}) dargestellt.

7.4.1 Verständnis über die Konzepte: Was haben sie gelernt?

Für das Verständnis der Konzepte wurden, wie bereits beschrieben, fünf Code Kategorien erarbeitet, diese werden gemeinsam mit den wesentlichen Ergebnissen in der Tabelle 7.1 zusammengefasst. Nachfolgend werden diese Ergebnisse entlang der jeweiligen Konzepte beschrieben.

Tabelle 7.1: Überblick über die Code Kategorien zur ersten Forschungsfrage und Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse dazu

Code	Ergebnisse	Beispiele
<i>Explizite Datenerhebung</i>	Schüler:innen beschrieben einige Beispiele; manche erklärten es mit allgemeinen Worten	„was man selber eingibt, also der Suchbegriff“ (S1, Pos. 28); „gibt man Sachen selber an, wie zum Beispiel das Alter oder Geschlecht“ (S2, Pos. 6)
<i>Implizite Datenerhebung</i>	Schüler:innen beschrieben einige Beispiele; ein Paar erklärten es mit allgemeinen Worten	„was dir gefällt“ (S2, Pos.6); „werden im Hintergrund erhoben“ (S4, Pos. 2; ähnlich bei S5)
<i>Primäre Zwecke der Datenverarbeitung</i>	Schüler:innen beschrieben einige Beispiele; Erklärungen waren meist auf Kontexte begrenzt	„einen ähnlichen Suchbegriff vorschlagen“ (S1, Pos. 35)
<i>Sekundäre Zwecke der Datenverarbeitung</i>	Schüler:innen beschrieben einige Beispiele; nehmen ddA als restriktiv wahr, die dem Nutzenden sein Verhalten vorschreiben	„wenn du Werbung kriegst oder so, dass nur die Sachen, die einen interessieren, und nicht die, die eigentlich auch wichtig sind“ (S6, Pos. 22)
<i>Datenmodelle über Nutzende</i>	Schüler:innen erkannten die Konstruktion von Datenmodellen über die Nutzenden; sie beschrieben diese als auf eine Person bezogen und als charakterisierend für die Person; manche erkannten Zusammenhänge zwischen verschiedenen Datenmodellen sowie deren Aggregation	„Wenn man mal überlegt, wie viele Daten von einem selber dann doch irgendwo gespeichert sind“ (S1, Pos. 22)

Anmerkung: Bei der Auswertung zur ersten Forschungsfrage wurde ein Fokus auf die Konzepte aus dem Erklärmodell für Datenbewusstsein gesetzt, sodass auch nur diese fünf Konzepte betrachtet wurden.

Darüber hinaus wurden in den Interviews auch andere Konzepte angesprochen, wie etwa zu ML-Verfahren oder Empfehlungsdiensten. Diese wurden allerdings angesichts der Ausrichtung der Forschungsfrage nicht weiter ausgewertet.

Explizite Datenerhebung Alle Schüler:innen konnten Beispiele für explizit erhobene Daten nennen. Zum Beispiel wurde zum Beispielkontext der Suchmaschine „*der Suchbegriff*“ (S1, Pos. 28) oder im Kontext von Online-Shops die „*Kontodaten*“ (S4, Pos. 32) genannt. Als sie gefragt wurden, was die explizite Datenerhebung allgemein bezeichnet, beschrieben die Schüler:innen diese als „*offensichtlich*“ (S5, Pos. 55), „*gibt man Sachen selber an*“ (S2, Pos. 6) oder auch „*was man selber eingibt*“ (S1, Pos. 28). Die Schüler:innen konnten also mit dem Begriff der expliziten Datenerhebung umgehen, ihn mehr oder weniger detailliert erklären und auf entsprechende Beispielkontexte beziehen.

Implizite Datenerhebung Ähnlich zur expliziten Datenerhebung konnten die Schüler:innen ein Beispiel für implizit erhobene Daten nennen, insbesondere für den Kontext der Suchmaschine aber auch für andere selbst eingebrachte Beispiele für ddA aus ihrem Alltag. Sie bezogen die implizite Datenerhebung oft auf persönliche Präferenzen und Klicks auf die Ergebnisse der Suchmaschine (z.B.: „*dass man dann genau die von Nike anklickt, vielleicht dass man Nike-Interessiert ist*“ (S3, Pos. 24)). Darüber hinaus wurde eine massenhafte Datenerhebung während ihrer Handlungen wahrgenommen, die ähnlich dem Gefühl der ständigen Überwachung interpretiert werden kann (z.B.: „*wenn man darüber nachdenkt, dass fast überall, egal was man eigentlich macht, die Daten gespeichert werden*“ (S1, Pos. 20)). Während manche Schüler:innen Schwierigkeiten hatten, das Konzept der impliziten Datenerhebung zu erklären, konnten es andere grob beschreiben, wie etwa als dass sie „*im Hintergrund erhoben*“ (S4, Pos. 2; ähnlich bei S5) werden.

Im Vergleich zur expliziten Datenerhebung, scheint es für die Schüler:innen etwas schwieriger zu sein, die implizite Datenerhebung zu erkennen und zu charakterisieren.

Primäre Zwecke der Datenverarbeitung Alle Schüler:innen nannten primäre Zwecke für die Verwendung und Verarbeitung der Daten und gaben Beispiele in Bezug auf den Kontext aus der Unterrichtsintervention oder auch auf den Kontext der Suchmaschine aus dem Interview an. Sie nannten beispielsweise Zwecke wie „*wieder einen ähnlichen Suchbegriff vorschlagen*“ (S1, Pos. 34) oder das Erstellen personalisierter Empfehlungen (z.B.: „*Da wird dann immer alles vorgeschlagen, was zu einem passen würde*“ (S2, Pos. 14)). Die meisten der Schüler:innen fokussierten sich dabei auf konkrete Beispiele, während ein Schüler eine differenziertere Perspektive einnahm. Er beschrieb primäre Zwecke als bezogen auf die Funktionen des ddA und auf die Perspektive der Nutzenden: „*Primäre Zwecke sind der reine Zweck als was das verkauft wird, also offiziell verkauft wird, beispielsweise Google eine Suchmaschine. Das ist der primäre Zweck. [...] also zumindest für uns Nutzer*“ (S5, Pos. 69-71).

Sekundäre Zwecke der Datenverarbeitung Die meisten der Schüler:innen konnten Beispiele für sekundäre Zwecke im gegebenen Kontext der Suchmaschine oder auch bezogen auf weitere Beispielkontexte aus dem eigenen Alltag nennen. So wurden beispielsweise die personalisierte Werbung oder ähnliche gezielte Ansprachen genannt. Eine Schülerin empfand etwa die personalisierten Empfehlungen als restriktiv für ihre Weltsicht (z.B.: „*Wenn man jetzt zum Beispiel überhaupt nichts vom anderen Thema hat, also nicht das wichtige oder so also von der Welt oder wenn du Werbung kriegst oder so, dass nur die Sachen, die einen interessieren, und nicht die, die eigentlich auch wichtig sind*“ (S6, Pos. 22)). Die Schüler:innen erwähnten diesbezüglich auch die Bequemlichkeit, nicht selbst

suchen zu müssen. Während einige von ihnen dies positiv bewerteten, äußerte sich ein Schüler allerdings auch besorgt über mögliche Risiken (z.B.: *„auf der einen Seite ist es ganz cool, auf der anderen Seite hat man dann auch sowas wie Kaufsuchtgefahren“* (S2, Pos. 16)).

Insgesamt identifizierten die Schüler:innen sowohl primäre als auch sekundäre Zwecke. Hinsichtlich der allgemeinen Erklärung dieser Typen der Zwecke, erklärten sie bei den sekundären Zwecken eher allgemeiner, während nur einer die primären Zwecke allgemein erklären konnte.

Datenmodelle über Individuen In den Interviews wurden die Schüler:innen nicht direkt nach den Datenmodellen über Nutzende gefragt. Dennoch geben mehrere ihrer Antworten Aufschluss über deren Vorstellung zu diesem Konzept. Sie nannten beispielsweise, dass ddA Sammlungen von persönlichen Daten über die Nutzenden haben (z.B.: *„Wenn man mal überlegt, wie viele Daten von einem selber dann doch irgendwo gespeichert sind“* (S1, Pos. 22); ähnlich bei S2 und S8) und nahmen Datenmodelle als auf die Person bezogen und als Charakterisierung der Person wahr. Manche Schüler:innen beschrieben die Zusammenführung von Datenmodellen zu verschiedenen Personen (z.B.: *„was könnte ihm gefallen, anhand dem was anderen Nutzern gefallen hat“* (S1, Pos. 6) oder *„die also schauen, was dir gefällt und was anderen gefallen hat [...]wo es also Parallelen zu anderen gibt“* (S2, Pos. 6)), was eine Überschneidung mit der Idee des kollaborativen Filterns aus dem Unterricht darstellt. Darüber hinaus erkannten einige Schüler:innen die Verwendung von Datenmodellen über Nutzende für verschiedene Zwecke und in anderen Kontexten. Sie erkannten zum Beispiel, dass die Sammlung von Daten aus vergangenen Interaktionen zukünftige Interaktionen beeinflussen könnte, was ein wesentliches Merkmal solcher Datenmodelle darstellt (z.B.: *„Vielleicht, wenn man das jetzt hat, dass man dann beim nächsten Mal wieder einen ähnlichen Suchbegriff vorschlagen“* (S1, Pos. 34)).

7.4.2 Wahrgenommene Bedeutsamkeit: Was habe ich gelernt?

Zusätzlich zum Verständnis der Schüler:innen sollte mit der zweiten Forschungsfrage untersucht werden, was die Schüler:innen aus ihrer Sicht im Rahmen des Unterrichtsvorhabens gelernt haben. Ihre Antworten wurden im Hinblick auf ihre Perspektiven zur wahrgenommenen Bedeutsamkeit des Lernens über die Konzepte zur Rolle von Daten bei ddA analysiert. Mithilfe einer thematischen qualitativen Inhaltsanalyse wurden dafür induktiv vier Kategorien der Bedeutsamkeit des Lernens über diese Konzepte erarbeitet, wie in Abbildung 7.2 für eine Übersicht dargestellt. Zur Veranschaulichung dieser Kategorien wird folgender Dialog aus einem der Interviews als Beispiel herangezogen (S1, Pos. 9–14), in dem die vier Kategorien zu finden sind:

Researcher: Findest du das Thema wichtig, sich also beispielsweise Empfehlungsdienste anzuschauen?

Student: Ich finde es schon wichtig, dass man einfach mehr begreift, das sind ja so alltägliche Dinge, fast alles im Internet hat ja einen Empfehlungsdienst, damit man dann auch weiß, was da überhaupt passiert und warum das passiert. Damit man auch selber weiß, was man da überhaupt macht.

Researcher: Also würdest du schon sagen, dass es interessant oder spannend war zu sehen, wie das eigentlich funktioniert?

Student: Ja.

Researcher: Siehst du das jetzt mit anderen Augen, wenn du in deinem Alltag auf deinem Handy Apps nutzt zum Beispiel?

Student: Also man achtet da jetzt schon mehr drauf, wo wird das jetzt vielleicht benutzt und wo wird geschaut, was fällt mir daran gefällt und was ich jetzt empfohlen bekomme. Man denkt da jetzt vielleicht mehr drüber nach als vorher.

In diesem Interviewausschnitt nennt der Schüler verschiedene Aspekte, die als wahrgenommene Bedeutsamkeit interpretiert werden können und die vier Code Kategorien verdeutlichen. Zunächst sieht er einen Bezug zum eigenen Alltag und findet es interessant und spannend zu wissen, wie alltägliche ddA funktionieren und zumindest ansatzweise die Black Box solcher Systeme zu verstehen. Im Zusammenhang mit dem Verstehen nannte er in Übereinstimmung mit den Konzepten des Erklärmodells sowohl die Funktionsweise als auch die zugrunde liegenden Gründe beziehungsweise Zwecke. Außerdem beschreibt er, dass er etwas über seine eigenen Interaktionen mit ddA gelernt hat, und erklärt nun eine veränderte Perspektive eingenommen zu haben und anders darüber nachzudenken. Zusammenfassend beschreibt der Schüler vier Aspekte, warum Lernen über ddA aus dem Unterricht für ihn selbst relevant ist, die sich auch in den anderen Interviews wiederfinden. Die Abbildung 7.2 gibt einen Überblick über diese vier Aspekte, die auf den induktiv erarbeiteten Code Kategorien basieren, die in der Tabelle 7.2 zusammengefasst werden. Die Ergebnisse zu diesen vier Bereichen werden nachfolgend ausführlicher beschrieben.

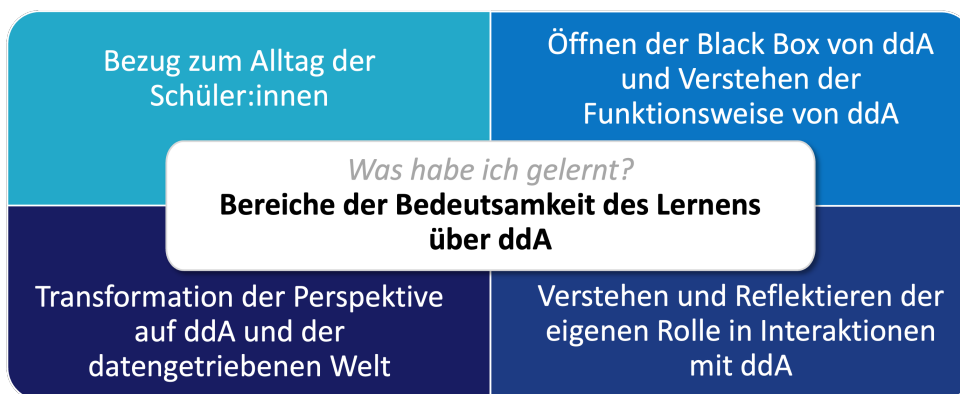


Abbildung 7.2: Aspekte zur von den Schüler:innen wahrgenommenen Bedeutsamkeit des Lernens über ddA im Sinne der Konzepte des Erklärmodells für Datenbewusstsein (*Hinweis:* Abbildung 7.3 erweitert diese Abbildung und fasst ergänzend die Ergebnisse zusammen.)

Bezug zum Alltag der Schüler:innen

In den Interviews stellten alle Schüler:innen Bezüge zwischen dem Unterricht und ihrem Alltag her. Sie brachten die gelernten Konzepte mit ihren eigenen Erfahrungen in Beziehung und nannten Beispielkontexte für Interaktionen mit ddA aus ihrem Alltag. Bei der Beschreibung der wahrgenommenen Bedeutsamkeit des Unterrichts erklärte ein Schüler zum Beispiel, dass es darum ging, dass man einfach mehr begreift, das sind ja so alltägliche Dinge, fast alles im Internet hat ja einen Empfehlungsdienst“ (S1, Pos. 10). Eine

Tabelle 7.2: Ergebnisse zu den Code Kategorien bezüglich der zweiten Forschungsfrage

Code	Ergebnisse	Beispiel
<i>Bezug zum Alltag der Schüler:innen</i>	Schüler:innen erkannten ddA in ihrem Alltag und konnten Lernen über ddA mit ihren Alltagserfahrungen in Verbindung bringen	„das kann man ja auch auf sich so beziehen“ (S6, Pos. 6); „das sind ja so alltägliche Dinge“ (S1, Pos. 10)
<i>Öffnen der Black Box von ddA</i>	Schüler:innen empfanden das Verstehen der Funktionsweise von ddA und deren Datenpraktiken als (a) interessant und überraschend sowie (b) wichtig und nützlich	„weil es merkt man, dass jetzt ganz viele sich darüber gewundert haben, was alles für Daten erhoben werden [...] wofür die genutzt werden“ (S5, Pos. 37); „Ich finde es schon wichtig, dass man einfach mehr begreift [...] was da überhaupt passiert und warum das passiert“ (S1, Pos. 10)
<i>Verstehen der eigenen Rolle in Interaktionen mit ddA</i>	Schüler:innen beschrieben, dass das Gelernte über ddA ihnen hilft, (a) die eigenen Handlungen zu verstehen und zu bewerten, (b) Meinungen über ddA zu bilden und Handlungsmöglichkeiten zu identifizieren und (c) Handlungsentscheidungen im Sinne der eigenen Intentionen treffen	„Dass man dann auch mehr darüber weiß, was man eigentlich überhaupt macht“ (S1, Pos. 16); „weil es ist eigentlich schon praktisch zu wissen [...] besser umgehen mit, dann hilft das manchen Leuten auch weniger am Rechner zu sitzen oder sowas“ (S5, Pos. 37); „vor allem für Leute, für die das ein Problem ist, die das nicht wollen, aber das nicht wissen und alles immer so anklicken und machen und tun“ (S2, Pos. 10)
<i>Transformation der Perspektiven auf Interaktionssysteme mit ddA</i>	Schüler:innen berichten, dass sie neue Perspektiven auf ddA und ihren Interaktionen mit ddA erworben haben, die sie dazu angelegt haben, solche Situationen anders zu betrachten	„Ich achte schon bisschen mehr tatsächlich darauf, als vor der Unterrichtsreihe“ (S3, Pos. 10); „Man denkt da jetzt vielleicht mehr drüber nach als vorher“ (S1, Pos. 12)

andere Schülerin beschrieb diesen Zusammenhang als „das kann man ja auch auf sich so beziehen“ (S6, Pos. 6). Auch andere Schüler:innen erkannten einen Zusammenhang zwischen dem Thema des Unterrichts und ihrem Alltag (e.g., „wie sich Daten dann im echten Leben so auswirken, was für Auswirkungen die haben können“ (S3, Pos. 4)). Das heißt, dass die Schüler:innen in der Lage waren, einen Zusammenhang zwischen dem Lernen der Konzepte im Unterricht und ihren alltäglichen Erfahrungen und ihren Interaktionen mit ddA herzustellen, und der Unterricht somit für sie persönlich bedeutsam war.

Öffnen der Black Box von ddA

Während der Interviews haben Schüler:innen beschrieben, dass sie es relevant fanden, etwas über ddA und die Rolle der Daten zu lernen und so deren Funktionsweise zu verstehen (d.h. die „Black Box“ zu öffnen). Diese Aussagen wurden auf zwei Subkategorien aufgeteilt: (1) es ist interessant und überraschend sowie (2) wichtig und nützlich, zu erfahren, wie ddA funktionieren. Diese beiden Perspektiven werden nachfolgend näher betrachtet.

(1) Es ist interessant und überraschend die Black Box zu öffnen Einige Schüler:innen fanden es interessant, mehr über ddA und die Datenpraktiken zu erfahren, um

beispielsweise zu verstehen, wie persönliche Daten gesammelt werden können und wie Personalisierungen funktionieren. So beschrieb ein Schüler die Auseinandersetzung mit der Funktionsweise von ddA als spannend (*„Ich fand auf jeden Fall spannend, wie das funktioniert mit den Algorithmen, dass die das alles von so vielen Menschen aufnehmen können, zusammenfassen können und wie das alles so funktioniert“* (S2, Pos. 4)). Eine andere Schülerin bezeichnete es als interessant und nützlich für den Alltag (*„ich finde es auch interessant zu wissen, wie man so eine Person herausfindet und auch mit dieser Personalisierung auf Netflix bezogen finde ich auch interessant, weil man kann das ja auch immer benutzen sozusagen“* (S6, Pos. 12)). Ergänzend dazu berichteten mehrere Schüler:innen, dass sie über die Methoden der Datenerhebung und -verarbeitung bei ddA überrascht gewesen seien. Ein Schüler beschrieb dazu seine Beobachtung über die Klasse wie folgt: *„weil es merkt man, dass jetzt ganz viele sich darüber gewundert haben, was alles für Daten erhoben werden [...] wofür die genutzt werden“* (S5, Pos. 37). Die Antwort eines anderen Schülers stützt diese Beobachtung: *„Ich fand es eigentlich relativ spannend mit den Empfehlungsdiensten, weil man sich an sich eigentlich gar nicht so viele Gedanken drum gemacht hat, dass so viel immer von dir getrackt wird“* (S3, Pos. 4). Später ergänzte er: *„Normalerweise wenn ich jemanden anrufe, rufe ich jemanden an, dadurch denke ich jetzt mir ein bisschen das und das passiert. Das finde ich schon ein bisschen beeindruckend“* (S3, Pos. 36). Zusammenfassend sehen die Schüler:innen einen Wert darin, sich mit ddA auseinanderzusetzen und zu verstehen, wie diese technisch funktionieren.

(2) Es ist wichtig und nützlich die Black Box zu öffnen Die meisten Schüler:innen betonten, wie wichtig es ist, ein Verständnis für ddA und ihre Datenpraktiken zu entwickeln. Sie nannten zudem, dass es wichtig ist, die Rolle dieser Technologien im Alltag und ihre Implikationen zu verstehen. Zum Beispiel sagte ein Schüler: *„Ich finde es schon wichtig, dass man einfach mehr begreift [...] was da überhaupt passiert und warum das passiert“* (S1, Pos. 10). Eine andere Schülerin antwortete, als sie über das Thema des Unterrichts erzählte: *„Was für mich persönlich wichtig ist, was man so im Netz alles herausfinden kann, was halt gefährlich wird, also ich glaube das ist für jeden am wichtigsten“* (S6, Pos. 12). Im weiteren Verlauf des Interviews ergänzte sie weiterhin: *„dass man weiß, was mit den Daten passiert, wohin die gehen, und ich glaube das muss man schon mal haben, also den Unterricht. Also ich find das echt wichtig“* (S6, Pos. 14). Sie betont also die Wichtigkeit über die Rolle von Daten in solchen ddA zu lernen. Ergänzend dazu beschrieben Schüler:innen die Nützlichkeit diese Konzepte über ddA zu lernen, insbesondere um damit die Auswirkungen der ddA im eigenen Alltag zu verstehen. Zum Beispiel sagte ein Schüler als er über Empfehlungsdienste sprach und einen Bezug des Unterrichtsthemas zu seinem Alltag herstellte: *„Ich fand das auch sehr spannend, wie sich Daten dann im echten Leben so auswirken, was für Auswirkungen die haben können.“* (S3, Pos. 4; ähnlich beschrieben von S1). Neben dem Interesse, das bereits zuvor als Subkategorie genannt wurde, betont er hier, dass man dadurch die Auswirkungen von ddA verstehen könne.

Insgesamt betonen die Schüler:innen die Bedeutsamkeit, zu verstehen, wie alltägliche ddA funktionieren und die Black Box dieser Systeme zu öffnen. Aus ihrer Sicht können die Konzepte aus dem Unterricht dabei helfen, solche ddA und deren Datenpraktiken zu verstehen.

Verstehen der eigenen Rolle in Interaktionen mit ddA

Ergänzend zur Betrachtung der ddA und der Rolle der Daten in den Interaktionen mit diesen ddA wurde die Bedeutsamkeit ebenfalls auf die eigene Rolle in den Interaktionen mit ddA bezogen. Die Schüler:innen beschrieben, dass das Einnehmen einer solchen Perspektive im Sinne Datenbewusstseins auf ddA und die Rolle von Daten relevant ist. Diese sei etwa nützlich, um die Funktionsweise von ddA, die Interaktionen mit denen sowie die Rolle der Daten darin zu verstehen, wie bereits bei der vorherigen Kategorie diskutiert. Sie sehen also einen Wert in der Perspektive für ihre alltäglichen Interaktionen mit ddA. Bei der Analyse der Transkripte wurde dieser Bezug zu den eigenen Interaktionen mit ddA im Alltag genauer untersucht und induktiv drei Subkategorien identifiziert. Diese beschreiben drei Aspekte, in denen die Schüler:innen das Lernen über die Konzepte zu ddA als relevant für ihr alltägliches Interagieren mit ddA wahrgenommen haben: Sie beschrieben, dass das Lernen der Konzepte (1) das Verstehen und Bewerten der eigenen Handlungen unterstützt, (2) das Einschätzen von ddA, das Bilden einer Meinung über deren Rolle im eigenen Alltag und das Identifizieren von Handlungsmöglichkeiten fördert und (3) das Abwägen möglicher Handlungen und ein Handeln entsprechend der eigenen Intentionen ermöglicht. In den nachfolgenden Abschnitten werden diese drei Aspekte ausführlicher beleuchtet.

(1) Verstehen und Bewerten der eigenen Handlungen Die Schüler:innen erkannten, dass die Perspektive von Datenbewusstsein ihnen dabei hilft, die Interaktionen zwischen ihnen und ddA zu verstehen. Zum Beispiel erzählte ein Schüler: *„Dass man dann auch mehr darüber weiß, was man eigentlich überhaupt macht“* (S1, Pos. 16). Ein weiterer Schüler berichtete ebenfalls das Verstehen der eigenen Handlungen: (z.B.: *„Durch die Unterrichtsreihe ist mir auch persönlich bisschen bewusster geworden, was man immer alles so als akzeptieren anklickt“* (S3, Pos. 4)). Ein solcher transformativer Effekt auf das Verständnis der Bedeutung und Konsequenzen der eigenen Handlungen wurde ebenfalls von einem weiteren Schüler hervorgehoben: *„vor allem für Leute, für die das ein Problem ist, die das nicht wollen, aber das nicht wissen und alles immer so anklicken und machen und tun“* (S2, Pos. 10). Insgesamt beschreiben die Schüler:innen also, dass ihnen die erlernte Perspektive auf ddA ein tieferes Verständnis ihrer eigenen Handlungen und deren Konsequenzen ermöglicht.

(2) Meinungen über ddA bilden und Handlungsmöglichkeiten identifizieren Einige der Schüler:innen beschrieben, dass die Perspektive von Datenbewusstsein sie dazu anregte, anders über ddA nachzudenken, eigene Meinungen über ddA zu bilden und sie dabei unterstützt, verschiedene Handlungsmöglichkeiten in den Interaktionen mit ddA zu erkennen. So sagte ein Schüler beispielsweise, als er über den Wert und die Wichtigkeit des Lernens über ddA und deren Funktionsweise erzählte: *„dass man auch begreifen könnte [...] ob einen das vielleicht stören könnte, wenn das passiert“* (S1, Pos. 14). Das Verstehen von ddA hilft ihm zufolge dabei, die eigenen Interaktionen mit ddA zu bewerten und eine Meinung über die ddA zu bilden. Ergänzend dazu erkannten Schüler:innen die Notwendigkeit, diese Perspektive häufiger einzunehmen, über ihre Handlungen nachzudenken (z.B. wenn sie persönliche Daten in einer Nutzungsoberfläche eingeben) und alternative Handlungsmöglichkeiten in Betracht zu ziehen. Zum Beispiel hob ein Schüler

das mangelnde Verständnis anderer Schüler:innen hervor und beschrieb die Wichtigkeit, die Aktionen etwa hinsichtlich der Datenerhebung zu reflektieren (z.B.: *„Weil viele auch, auch im Bereich 5. und 6. Klasse, die zum Beispiel Netflix besitzen, dass so gar nicht bewusst ist, dass so viel getrackt wird und dass man nicht immer einfach auf 'akzeptieren' klicken sollte, vielleicht auch mal auf 'ablehnen' klicken sollte. Und ich glaube das man sich das schon öfter sich mal angucken könnte“* (S3, Pos. 8)).

(3) Handlungsentscheidungen im Sinne der eigenen Intentionen treffen Die Perspektive von Datenbewusstsein auf ddA könnte den Schüler:innen zudem helfen, aus den als vorgeschrieben empfundenen Interaktionen auszubrechen und stattdessen nach eigenen Absichten zu handeln. Ein Schüler merkte an, dass ihm das Verstehen von ddA ermöglicht, mit den Auswirkungen umzugehen und Entscheidungen zu treffen, die mit ihren Zielen übereinstimmen: *„weil es ist eigentlich schon praktisch zu wissen, wenn man darüber sich Gedanken macht. Weil dann kann man da auch besser umgehen mit, dann hilft das manchen Leuten auch weniger am Rechner zu sitzen oder sowas“* (S5, Pos. 37). Die Schüler:innen betonten auch, dass Personen ohne ein Verständnis der Datenpraktiken möglicherweise nicht in der Lage sind, entsprechend ihrer Absichten zu handeln und unwissentlich scheinbar vorgeschriebenen Handlungsweisen folgen (z.B.: *„ich glaube vor allem für Leute, für die das ein Problem ist, die das nicht wollen, aber das nicht wissen und alles immer so anklicken und machen und tun“* (S2, Pos. 10)). Darüber hinaus berichteten einige Schüler:innen, dass sie seit der Unterrichtsintervention bewusster mit ddA interagieren und häufiger über andere Handlungsmöglichkeiten nachdenken (z.B.: *„Ich klicke nicht immer sofort auf 'Akzeptieren', sondern falls man auf 'Ablehnen' klickt und die App trotzdem benutzen kann, auch manchmal auf 'Ablehnen'“* (S3, Pos. 10)). Dies führt schließlich zur nächsten Kategorie.

Transformation der Perspektiven auf Interaktionssysteme mit ddA

Die Analyse der Interviews zeigte als weitere Kategorie eine Transformation der Perspektiven der Schüler:innen auf Interaktionssysteme mit ddA auf. In den vorherigen beiden Kategorien haben sich diese bereits angedeutet, wenn von anderen Perspektiven auf ddA oder die Rolle von Daten sowie die Perspektiven auf ihre eigene Rolle in diesen Interaktionen gesprochen wurde. Die Schüler:innen beschrieben also nicht nur andere Perspektiven auf die Interaktionssysteme mit ddA, sondern haben diese in den Interviews auch bewusst reflektiert. Ergänzend haben in den Interviews vier der sechs Schüler:innen neben dem Erwerb dieser neuen Perspektiven auch beschrieben, dass sich ihre Sichtweise auf Interaktionen mit ddA in ihrem Alltag tatsächlich auch geändert haben sollen. Zum Beispiel berichtete ein Schüler, dass er nun häufiger über die Rolle von Daten in seinen Interaktionen mit ddA nachdenkt (*„Man denkt da jetzt vielleicht mehr drüber nach als vorher“* (S1, Pos. 12)). Beim Beschreiben seiner Meinung zu dem Unterricht hatte ein anderer Schüler ebenfalls angemerkt, dass er nun anders über Daten nachdenkt: *„Ich fand die Reihe eigentlich sehr sehr gut, weil man sich jetzt besser damit beschäftigt, was sind Daten überhaupt“* (S3, Pos. 36; ähnlich bei S6). Ergänzend dazu hat dieser Schüler zudem beschrieben, dass sich seine Sichtweise auf seine Handlungen in solchen Interaktionen geändert hat (*„Ich achte schon bisschen mehr tatsächlich darauf, als vor der Unterrichtsreihe. Ich klicke nicht immer sofort auf 'Akzeptieren', sondern falls man auf 'Ablehnen'“*

klickt und die App trotzdem benutzen kann, auch manchmal auf 'Ablehnen'“ (S3, Pos. 10)). Darüber hinaus sagte der Schüler:

„Ich fand es eigentlich relativ spannend mit den Empfehlungsdiensten, weil man sich an sich eigentlich gar nicht so viele Gedanken drum gemacht hat, dass so viel immer von dir getrackt wird. Normalerweise geht man zum Beispiel auf Netflix und klickt einfach auf akzeptieren.“ (S3, Pos. 4; ähnlich bei S2)

Er beschreibt hierbei eine Veränderung seiner Sichtweise auf seine Interaktionen und insbesondere auf seine Verhaltensweisen. Zusammenfassend äußerten mehrere Schüler:innen, dass sich ihre Perspektiven auf ddA und ihre Interaktionen mit ddA verändert haben, sie die Interaktionssysteme mit ddA nun anders wahrnehmen und darüber nachdenken.

7.5 Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse

Nachfolgend werden die zuvor beschriebenen Ergebnisse im Hinblick auf die Forschungsfragen zusammengefasst sowie interpretiert und anschließend diskutiert.

7.5.1 Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse

Ergebnisse zum Lernen der Konzepte (RQ1_{z2}) Für die erste Forschungsfrage wurde untersucht, inwiefern die Schüler:innen in Orientierung an den Konzepten des Erklärmodells ein Verständnis für die Rolle von Daten in Interaktionssystemen mit ddA entwickelt haben. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die meisten Schüler:innen die Rolle der Daten in Interaktionssystemen mit ddA gemäß den Konzepten aus dem Erklärmodell erkennen konnten. Die meisten Schüler:innen konnten die explizite und implizite Datenerhebung sowie die primären und sekundären Zwecke bei einem ddA aus ihrem Alltag, das nicht im Unterricht thematisiert wurde, weitgehend beschreiben. Einige der Schüler:innen hatten auch eine Vorstellung von Datenmodellen über Nutzende. Die Schüler:innen haben also weitgehend eine differenzierte Perspektive auf ddA und die Rolle von Daten in Interaktion mit ddA entwickelt und konnten diese auf ein neues Beispiel eines ddA aus ihrem Alltag anwenden. Die Ergebnisse deuten also darauf hin, dass die Konzepte des Erklärmodells für Datenbewusstsein für Schüler:innen verständlich und anwendbar sind und die Unterrichtsintervention den Schüler:innen offenbar beim Entwickeln eines konzeptionellen Verständnisses über diese Interaktionssysteme unterstützen konnte.

Ergebnisse zur Bedeutsamkeit des Lernens über die Konzepte (RQ2_{z2}) Im Hinblick auf die zweite Forschungsfrage wurde die von den Schüler:innen wahrgenommene Bedeutsamkeit des Lernens der Konzepte des Erklärmodells für Datenbewusstsein explorativ untersucht, insbesondere mit Bezug auf ihre alltäglichen Interaktionen mit ddA. Die Ergebnisse zeigen, dass die Schüler:innen das Lernen der Konzepte des Erklärmodells als bedeutsam wahrnehmen. Dies wurde anhand verschiedener Aspekte deutlich, für die induktiv vier Kategorien identifiziert wurden (siehe Abbildung 7.2).

Erstens konnten die Schüler:innen die erlernten Konzepte auf Alltagssituationen und ihre Erfahrungen aus Interaktionen mit ddA beziehen. Diesbezüglich betonten sie, dass

die erlernten Inhalte relevant waren, weil sie damit die Funktionsweisen und die Auswirkungen von ddA aus ihrem Alltag verstehen konnten. Dies deutet einerseits darauf hin, dass das kontextbasierte Lernen der Konzepte auf einer abstrakteren Ebene für einige der Schüler:innen zu funktionieren scheint, und andererseits spricht dies dafür, dass die im Erklärmodell gewählte Perspektive auf Interaktionssysteme mit ddA eine Auseinandersetzung mit alltäglichen Situationen unterstützt. Indem die Schüler:innen also die Konzepte mit ihren persönlichen Erfahrungen aus dem Alltag verknüpfen, erkennen sie Situationen aus ihrem Alltag, in denen sie mit ddA interagieren. Dies stellt eine Grundlage dafür dar, um die Konzepte im Alltag anzuwenden.

Zweitens fanden die Schüler:innen das Öffnen der Black Box von ddA und das Verstehen der technischen Aspekte von ddA (z.B. die Funktionsweise und die Datenpraktiken) wertvoll. Sie betonten, dass sie es interessant, überraschend, wichtig und nützlich fanden, sich mit ddA auseinanderzusetzen, darüber etwas zu lernen, die Konzepte des Erklärmodells zu lernen und damit den Aufbau und die Funktionsweise von ddA zu verstehen. In Verknüpfung mit der ersten Kategorie deutet dies darauf hin, dass sie es als bedeutsam empfanden, etwas über digitale Anwendungen zu lernen, die sie aus ihrem Alltag kennen, und zu erfahren, wie diese funktionieren, anstatt sie nur zu benutzen. Die Konzepte des Erklärmodells könnten demnach helfen, einen Zugang zu diesen Artefakten zu bekommen und die besser zu verstehen.

Drittens berichteten die Schüler:innen, dass sie die Perspektive von Datenbewusstsein auf ddA – also das Betrachten der verschiedenen Aspekte der Rolle von Daten in den Interaktionssystemen mit ddA – als relevant empfanden, um ihre eigene Rolle in diesen Interaktionen besser zu verstehen. Sie hoben hervor, dass ihnen diese Betrachtungsweise hilft, die Interaktionen mit ddA zu verstehen und zu bewerten, eigene Meinungen über die Rolle von Daten in solchen Interaktionen zu bilden, ihre eigenen Handlungen zu reflektieren, alternative Handlungsmöglichkeiten in den Blick zu nehmen und entsprechend Handlungsentscheidungen zu treffen. Darüber hinaus hilft ihnen dies dabei, nach ihren eigenen Intentionen zu handeln und nicht den von ddA vorgeschriebenen Verhaltensweisen zu folgen – wie sie es sonst wahrnehmen. Zusammengenommen weisen die Ergebnisse somit darauf hin, dass Datenbewusstsein einen Zugang zur eigenen Rolle in Interaktionen mit ddA bietet und eine Grundlage für informierte und reflektierte Interaktionen mit ddA liefert, beispielsweise indem Handlungen und deren Auswirkungen besser verstanden und Handlungsalternativen identifiziert werden können. Dies liefert erste Hinweise darauf, dass das Lernen des Erklärmodells einen Beitrag zur Handlungsfähigkeit der Schüler:innen in ihren Interaktionen mit ddA leisten könnte.

Zuletzt erklärten die Schüler:innen, dass sich ihre Perspektiven auf alltägliche ddA sowie auf ihre eigene Rolle in Interaktionen mit ddA im Verlauf des Unterrichtsvorhabens verändert haben. Sie haben also nicht nur gelernt, alltägliche ddA anders zu betrachten und sich beispielsweise mit den Datenpraktiken auseinanderzusetzen, sondern es hat sie auch zum Reflektieren ihrer eigenen Rolle und ihrer Interaktionen mit ddA angeregt. Das deutet darauf hin, dass die Schüler:innen im Verlauf des Unterrichtsvorhabens ein Aha-Erlebnis hatten, das zu neuen Perspektiven für ihren Alltag führte.

Insgesamt deuten die Ergebnisse also darauf hin, dass das Lernen über ddA, wie es im Konzept Datenbewusstsein vorgeschlagen wird, den Schüler:innen bedeutsam erscheint und sie darin einen Wert und eine Relevanz für ihr alltägliches Leben mit ddA erkennen. Diese Ergebnisse führen so zu einem vorläufigen Modell der Bedeutsamkeit des Lernens

über ddA im Sinne Datenbewusstseins und wie dies eine Handlungsfähigkeit der Schüler:innen in alltäglichen Interaktionen mit ddA fördern könnte (siehe Abbildung 7.3).

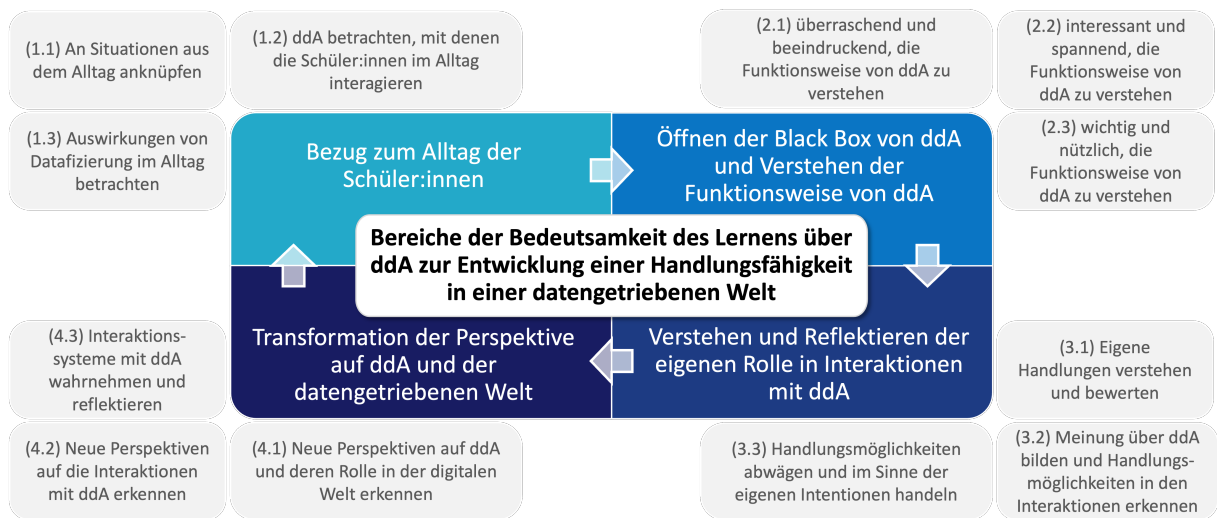


Abbildung 7.3: Vorläufiges Modell zur subjektiven Bedeutsamkeit als Zusammenfassung der Ergebnisse

Abschließend soll dazu eine ergänzende Beobachtung festgehalten werden. Am Anfang der Vorstellung der Ergebnisse zur zweiten Forschungsfrage wurde ein Dialog aus einem Interview wiedergegeben, mit dem die vier Kategorien aus der Analyse der Interviews eingeleitet wurden (siehe Beginn des Abschnitts 7.4.2). Dieser Schüler begann damit, über den Bezug zu seinem Alltag zu sprechen, beschrieb dann das Verstehen der Funktionsweise von ddA, ging anschließend auf die eigene Interaktionen mit ddA einzugehen. Eine solche Reihenfolge der Argumentation findet sich auch in den Interviews von zwei anderen Schüler:innen wieder. Das heißt also, dass die vier Bereiche des vorläufigen Modells eventuell einer Argumentationsstruktur für die Entwicklung von Handlungsfähigkeit beschreiben, gleichwohl durchaus auch andere Reihenfolgen in der Argumentation möglich sind. Dies wird durch die Pfeile in Abbildung 7.3 dargestellt.

7.5.2 Diskussion der Ergebnisse

Die zuvor zusammengefassten Ergebnisse werden nun nachfolgend mit Bezug auf Theorie und die empirische Studienlage diskutiert.

Verstehen von ddA Wie bereits mehrfach diskutiert, berichten einige Studien von einem mangelnden Verständnis der Schüler:innen hinsichtlich der Datenerhebung und -verarbeitung durch ddA (siehe Abschnitt 7.2). Im ersten Zyklus konnte dahingehend bereits beobachtet werden, dass das Lernen der Konzepte des Erklärmodells für Datenbewusstsein im Unterricht zur Förderung eines Verständnisses dieser Datenpraktiken beitragen kann. Diese Beobachtung wird durch die Ergebnisse des zweiten Zyklus unterstützt und wird zudem im Hinblick auf die betrachteten Konzepte und der Differenzierung in der Analyse zwischen Erklärungen der Konzepte einerseits und Anwendung der Konzepte andererseits erweitert. Die Ergebnisse deuten also darauf hin, dass die Schüler:innen die im

Unterricht erarbeiteten Konzepte des Erklärmodells auch auf andere Beispiele für ddA aus ihrem Alltag anwenden können, was angesichts der Zielsetzungen von Datenbewusstsein ein wichtiger Schritt für dessen Förderung darstellt. Im Sinne der Forschungsfragen ermöglichen diese Ergebnisse insbesondere im zweiten Schritt, die von den Schüler:innen in den Interviews berichtete Bedeutsamkeit des Lernens dieser Konzepte über ddA adäquat zu interpretieren.

Bedeutsamkeit des Lernens der Konzepte über ddA Hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen Lernen über Daten und ddA im Unterricht und den alltäglichen Interaktionen mit ddA deuten verschiedene Studien an, dass es für einige Schüler:innen eine Schwierigkeit darstellt, diese Brücke zu schlagen, wie etwa im Abschnitt 7.2 im Rahmen des Stands der Forschung für diesen Zyklus zusammengefasst wurde (siehe auch Abschnitt 2.6.4). Beispiele dafür sind etwa, dass kein Bezug der Konzepte zum eigenen Alltag erkannt wird (z.B.: Bowler et al., 2017; Gebre, 2018) oder zwar Konzepte verstanden werden, aber eine Reflexion ihrer Bedeutung im eigenen Alltag eine Herausforderung darstellt (z.B.: Bilstrup et al., 2022; Vartiainen et al., 2021b).

Die Ergebnisse des zweiten Zyklus zeigen nun, dass die Schüler:innen neben dem Verständnis der Konzepte (siehe RQ1₂₂) auch eine subjektive Bedeutsamkeit des Lernens über diese Konzepte gesehen haben (siehe die zusammenfassende Abbildung 7.3). Dies fängt dabei an, dass sie einen Bezug zu persönlichen Erfahrungen und Situationen im Alltag herstellen können, und reicht bis zu berichteten Perspektivwechseln in ihren alltäglichen Interaktionen mit ddA.

Im Stand der Forschung wurde diskutiert, dass Studien berichten, dass sich viele Personen bezüglich der Datenpraktiken in digitalen Anwendungen als handlungsunfähig wahrnehmen und resignierte Haltungen entwickeln (siehe Abschnitt 7.2). Darüber hinaus gibt es weitere Aspekte, wie etwa Auswirkungen im Rahmen der Wechselwirkung zwischen Mensch und ddA (siehe auch Abschnitt 4.2.3) oder auch soziale Gründe, die als Hürden interpretiert werden können, die Konzepte aus dem Unterricht im Alltag zu verwenden und sich mit der Rolle von Daten bei alltäglichen ddA auseinanderzusetzen.

Zusammengenommen gibt es einige Herausforderungen, Schüler:innen zu befähigen, sich mit den Interaktionen mit ddA zu beschäftigen, diese zu reflektieren und informierte Entscheidungen für ihre Interaktionen zu treffen. Das bedeutet, dass ein Bezug der Konzepte zu alltäglichen Erfahrungen angesichts der Zielsetzungen für Datenbewusstsein nicht ausreichen würde, denn Schüler:innen sollten diese Konzepte im Alltag anwenden können und damit eine Handlungsfähigkeit entwickeln.

Bezogen auf die wahrgenommene Bedeutsamkeit, die von den Schüler:innen in den Interviews berichtet wurde, haben sie insbesondere auch das Verstehen und Reflektieren ihrer eigenen Rolle in ihren Interaktionen mit ddA hervorgehoben (siehe Abbildung 7.3). Ergänzend berichten Schüler:innen auch von neuen Perspektiven auf ddA in ihrem Alltag, die sie im Rahmen der Intervention entwickelt haben (siehe Abbildung 7.3). Dies deutet darauf hin, dass die Intervention sie dazu angeregt hat, ihre Perspektiven im Alltag und ihre Interaktionen mit ddA zu reflektieren. Die Ergebnisse deuten weniger auf die in der Literatur beschriebenen passiven Rollen hin, sondern eher darauf, dass sie sich womöglich mit ihren Interaktionen mit ddA auseinandersetzen, eigene Meinungen über ddA bilden, Handlungsmöglichkeiten reflektieren und so im Sinne ihrer eigenen Intentionen handeln wollen. Die Schüler:innen scheinen also eher den Wunsch nach mehr Kontrolle und Mün-

digkeit zu haben (ähnliche Beobachtungen konnten beispielsweise auch gemacht werden in: Wang et al., 2023). So könnten die Ergebnisse dieser Studie erste Hinweise dafür bieten, dass Datenbewusstsein über das Verstehen von ddA hinaus auch dazu beitragen kann, dass sich Schüler:innen mit der Rolle von Daten in alltäglichen Interaktionen mit ddA auseinandersetzen und damit möglicherweise eine Handlungsfähigkeit im Sinne Datenbewusstseins entwickeln.

Reflexion im Sinne der Zielsetzungen von Datenbewusstsein Für die Diskussion wird ergänzend ein Bezug zu den Zielsetzungen von Datenbewusstsein hergestellt werden, um den Zyklus anschließend im Hinblick auf die theoretische Konzeption von Datenbewusstsein zu reflektieren. Die Zielsetzungen des Konzepts knüpfen unter anderem am Bildungsverständnis an, wo es beispielsweise nach Marotzki (1990) um die Transformation von Selbst- und Weltansichten geht, was schließlich auch zur Transformation der Handlungsweisen beitragen soll (siehe ausführliche Diskussion dazu im Abschnitt 2.2.1). Für die Zielsetzungen von Datenbewusstsein sollen die Konzepte zu ddA beziehungsweise das Erklärmodell als Deutungs- und Orientierungsrahmen dienen, die genau diese Transformationen unterstützen sollen, also konkret bezogen auf die eigene Rolle in den Interaktionssystemen mit ddA (Selbtsicht) und auf diese Interaktionssysteme selbst und insbesondere die ddA und die Rolle von Daten darin (Weltsicht). Durch diese Sichtweisen sollen weiterhin entsprechende Handlungsweisen transformiert werden können, was etwa das Erschließen von Handlungsmöglichkeiten und Ändern von Gewohnheiten in Abhängigkeit von den eingenommenen Welt- und Selbstansichten beschreibt. Für diese Interpretation der Zielsetzungen von Datenbewusstsein sei auf die ausführlichere Diskussion in Abschnitt 4.3.1 verwiesen.

Diese Diskussion wird an dieser Stelle aufgegriffen, weil diese Betrachtungsweise interessanterweise in den Ergebnissen der Studie wiedergefunden werden kann. Die Schüler:innen berichteten, dass sie mithilfe der erlernten Konzepte die ddA aus einer anderen Perspektive sehen und damit verstehen können (Weltsicht) sowie dass ihnen diese hilft, ihre eigene Rolle zu erkennen und beispielsweise ihr Verhalten zu interpretieren (Selbtsicht), wodurch sie schließlich ihrer Beschreibung nach neue Handlungsmöglichkeiten finden und entsprechende Handlungsentscheidungen treffen können (siehe Abbildung 7.3). Die Schüler:innen berichten selbst, dass sich ihre Perspektiven dahingehend geändert haben. Das spricht dafür, dass die Intervention hinsichtlich dieser Ausrichtung vielversprechende Wirkungen haben kann. Konkret deuten die Ergebnisse darauf hin, dass das Konzept Datenbewusstsein, wie es in dieser Unterrichtsintervention umgesetzt wird, den bildungstheoretisch begründeten Zielsetzungen gerecht werden kann. Hervorzuheben sei dabei auch der vierte Bereich im vorläufigen Modell in Abbildung 7.3, der eine Transformation der Perspektiven der Schüler:innen auf Interaktionssysteme mit ddA beschreibt. So kann Datenbewusstsein einen solchen Perspektivwechsel voraussetzen, bei dem die ddA, mit denen die Schüler:innen interagieren, nicht mehr aus einer reinen Nutzungsperspektive betrachtet werden, sondern etwa die Rolle der Daten in diesen Interaktionen sowie die Funktionsweise der ddA hinterfragt wird, was schließlich auch die Idee des Fokuswechsels in der theoretischen Konzeption von Datenbewusstsein unterstützt (siehe Abschnitt 4.3.3). Mit diesen Erkenntnissen und Interpretationen trägt dieser Zyklus zur Schärfung der Zielsetzungen und Konzeption von Datenbewusstsein bei, wie schlussendlich in Abschnitt 4.3.1 beschrieben.

Die Rolle der (mündigen) Handlungsfähigkeit als Gegenteil zu der wahrgenommenen Handlungsunfähigkeit, die zuvor in der Diskussion zur Bedeutsamkeit des Lernens der Konzepte bereits aufgegriffen wurde, soll ebenfalls kurz beleuchtet werden. In der Ausgangslage dieser Arbeit wurde bereits der Begriff der Agency (Mündigkeit oder mündige Handlungsfähigkeit) diskutiert (siehe Abschnitt 2.2.2). Zur Erinnerung: Es gab kein einheitliches Verständnis, im Wesentlichen wird in dieser Arbeit darunter ein reflektiertes und intentional geleitetes Handeln gemeint, womit Wirkungen beziehungsweise Veränderungen in der Welt bewirkt werden (siehe z.B.: Bandura, 2001; Couldry & Powell, 2014; Giddens, 1984). Es geht dabei also im Kontext von ddA insbesondere um ein Verstehen und Reflektieren der eigenen Handlungen, das Einschätzen deren Wirkungen, Bedenken von Handlungsmöglichkeiten, sowie darauf aufbauend das intentional geleitete Treffen von Entscheidungen für das eigene Handeln. In den Interviews haben die Schüler:innen berichtet, dass sie sich durch die Intervention dabei unterstützt fühlen, ihre Interaktionen mit ddA besser zu verstehen, Handlungsmöglichkeiten zu identifizieren und in Orientierung an ihren Interessen und Intentionen Handlungsentscheidungen treffen zu können (siehe insbesondere Bereich 3 in Abbildung 7.3). In Anlehnung an das genannte Verständnis von Agency könnte dies Hinweise darauf geben, dass Datenbewusstsein zu einer mündigen Handlungsfähigkeit für solche Interaktionen beitragen kann.

7.6 Limitationen

Die beschriebene Studie hat mehrere Limitationen, liefert aber dennoch Erkenntnisse für die Weiterentwicklung des Konzepts. Dazu werden in diesem Abschnitt insbesondere die Durchführung der Studie sowie die Interviews diskutiert.

Zunächst ist festzuhalten, dass die Auswahl der Schüler:innen für die Interviews eine Gelegenheitsstichprobe mit einer kleinen Anzahl an Teilnehmenden darstellt. Das kann zu Einschränkungen der Ergebnisse und deren Verallgemeinerbarkeit führen, beispielsweise hinsichtlich der beschriebenen Meinungen zur Bedeutsamkeit, die nicht repräsentativ zu verstehen sind. Nichtsdestotrotz zeigen die Ergebnisse verschiedene Perspektiven von Schüler:innen auf, die so bei Schüler:innen nach der Unterrichtsintervention vorkommen können, aber keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Die Ergebnisse diesbezüglich könnten in weiteren Studien überprüft werden, beispielsweise um zu ermitteln, ob viele oder wenige Schüler:innen eine solche Bedeutsamkeit des Lernens in den Konzepten über ddA erkennen.

Des Weiteren sind die Interpretationen der Ergebnisse teilweise durch die Ausführlichkeit der Antworten beschränkt. Zum Beispiel beschrieben Schüler:innen, dass sie Ideen für andere Handlungsmöglichkeiten haben, allerdings bleibt unklar, welche das konkret sein können und wie sich diese etwa im Hinblick auf die verschiedenen Rollen auf dem Consumer-Designer Kontinuum anordnen lassen (vgl. Fischer & Giaccardi, 2006). Ein weiteres Beispiel sind Aussagen zu Änderungen im alltäglichen Verhalten der Schüler:innen, bei denen unklar bleibt, ob sie sich tatsächlich so verhalten und wie langfristig ein solcher Effekt bestehen bleiben würde. Dahingehend wären weitere Nachfragen in einem solchen Interview beziehungsweise entsprechende weiterführende Studien hilfreich.

Außerdem kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Schüler:innen in den Interviews zu höflich und zustimmend geantwortet haben, was zu einer Verzerrung durch soziale Erwünschtheit (Social Desirability Bias) führen kann. Um einen solchen Effekt zu verringern,

wurden in den Interviews zu entsprechenden Aspekten (z.B. die Bewertung der Relevanz des Unterrichtsthemas) versucht, wenn sinnvoll möglich eher indirekt nach der wahrgenommenen Bedeutsamkeit des Lernens über ddA und der Rolle von Daten zu fragen (z.B. worum es in der Unterrichtseinheit ging). Damit zusammenhängend kann auch ein Interviewer Bias nicht ausgeschlossen werden. Zur Verringerung dessen dient einerseits der Leitfaden mit vorbereiteten Fragen, zudem wurde andererseits versucht, möglichst neutral auf Antworten der Schüler:innen zu reagieren und diese nicht zu bewerten.

Abschließend besteht durch das Studiendesign kein systematischer Einblick in das vorunterrichtliche Wissen der Schüler:innen, sodass die Wirkungen der Intervention nicht klar messbar sind. In der Studie lag jedoch der Fokus darauf, die von den Schüler:innen wahrgenommene Bedeutsamkeit zu explorieren, wozu deren retrospektiven Sichtweisen auf die Unterrichtsintervention hilfreich waren und kein Vergleich zum Vorwissen vor dem Unterricht angestrebt wurde. Um dazu adäquate Interpretationen vorzunehmen, war es als vorheriger Schritt nötig, das Verständnis der Schüler:innen von den Konzepten des Erklärmodells zu untersuchen. Dabei ging es aber nicht um die Veränderung dieses Verständnisses durch die Intervention. Hinsichtlich des Verständnisses zu den Konzepten kann aufgrund der eigenen Begrifflichkeiten und den Kenntnissen über die vorherigen Unterrichtsthemen allerdings davon ausgegangen werden, dass die Vorkenntnisse eher begrenzt waren. Daher liefert die Studie auch ohne systematischen Einblick in das Vorwissen und die vorunterrichtlichen Perspektiven und Haltungen der Schüler:innen interessante Ergebnisse und Ideen für das Konzept Datenbewusstsein. Die Veränderungen durch die Unterrichtsintervention in zukünftigen Studien zu untersuchen, könnte nichtsdestotrotz weitere interessante Erkenntnisse liefern.

7.7 Schlussfolgerungen und Reflexion im Rahmen des Vorhabens

Zusammenfassung des Zyklus In diesem Zyklus wurde untersucht, welche Bedeutsamkeit Schüler:innen dem Lernen über ddA beimessen, wie es das Konzept Datenbewusstsein vorschlägt. In der Studie wurde ein explorativer, qualitativer Ansatz gewählt, mit dem das Verständnis der Schüler:innen für die Konzepte aus dem Erklärmodell für Datenbewusstsein sowie die von ihnen wahrgenommene Bedeutsamkeit des Lernens dieser Konzepte untersucht wurde, wobei Letzteres im Fokus der Auswertung stand. Das Unterrichtsvorhaben zu den Empfehlungsdiensten wurde mit Schüler:innen der Jahrgangsstufe 8 durchgeführt, von denen einzelne Schüler:innen anschließend in retrospektiven Einzelinterviews befragt wurden. Die Ergebnisse zeigten, dass die Schüler:innen die Konzepte des Erklärmodells verstanden und auf ein neues Beispiel eines ddA aus ihrem Alltag anwenden konnten. Im Hinblick auf die Bedeutsamkeit wurden anhand der Antworten der Schüler:innen induktiv Kategorien erarbeitet, aus denen vier Aspekte der Bedeutsamkeit des Lernens der Konzepte über ddA abgeleitet wurden: (1) Die Schüler:innen konnten einen Bezug des Gelernten zu ihrem Alltag herstellen, (2) sie sahen einen Wert darin, etwas über ddA und deren Funktionsweise zu lernen, (3) das Gelernte hilft ihnen dabei, ihre eigenen Interaktionen mit ddA besser zu verstehen, zu reflektieren, darauf aufbauend Handlungsmöglichkeiten zu erkennen und informierte Entscheidungen zu treffen, sowie (4) im Verlauf des Unterrichtsvorhabens haben sich ihre Perspektiven auf Interaktionssysteme

me mit ddA transformiert (siehe Abbildung 7.3 für einen Überblick). Die Untersuchung deutet darauf hin, dass das Konzept Datenbewusstsein zum Rückbezug des Lernens der Konzepte des Erklärmodells in den Alltag der Schüler:innen beitragen, sie beim Anwenden der Konzepte im Alltag unterstützen sowie ihre Entwicklung einer mündigen Handlungsfähigkeit fördern kann.

Reflexion des Zyklus im Sinne der Konzeptentwicklung Im Folgenden wird der Zyklus im Hinblick auf das Forschungsvorhaben reflektiert. Dabei steht die Konzeptentwicklung im Mittelpunkt, insbesondere hinsichtlich der theoretischen Konzeption und der Folgerungen für den didaktischen Ansatz. Darüber hinaus werden Erfahrungen zur empirischen Untersuchung von Datenbewusstsein aufgegriffen. Wesentliche Aspekte dieser Reflexion sind in Tabelle 7.3 zusammengefasst, die bereits in der Reflexion des ersten Zyklus begonnen wurde und im dritten Zyklus ergänzt wird.

Tabelle 7.3: Reflektierender Überblick zum zweiten Zyklus

	Zyklus 1	Zyklus 2	Zyklus 3
Fokus	Verstehen der Konzepte zur Datenerhebung und der Datenverarbeitungszwecke sowie Reflektieren der eigenen Interaktionen mit ddA	Von Schüler:innen wahrgenommene Bedeutsamkeit des Lernens der Konzepte des Erklärmodells	
Empirischer Zugang	Verstehen der Datenerhebung und der Datenverarbeitungszwecke sowie Reflektieren der alltäglichen Interaktionen mit ddA explorativ gemessen (Fragebogen)	Explorative Auswertung retrospektiver Interviews zum Verständnis der Konzepte des Erklärmodells und der subjektiv wahrgenommenen Bedeutsamkeit im Lernen über ddA	
Beitrag zur theoretischen Konzeption	Unterstützung und Schärfung der Zielsetzung zum theoretischen Element des Verstehens und Reflektierens	Beitrag zum Identifizieren der theoretischen Elemente der Konzeption von Datenbewusstsein; Unterstützung und Schärfung der Zielsetzung und der theoretischen Konzeption zu den theoretischen Elementen des Fokuswechsels, der Auseinandersetzung mit ddA und der Handlungsfähigkeit	(Folgt im Kapitel 8)
Folgerung für den didaktischen Ansatz	Perspektivwechsel zur Rolle des Erklärmodells: Nicht nur Grundlage für Unterrichtsplanung, sondern auch Lerngegenstand; Einführung der Konzepte des Erklärmodells systematischer auf dekontextualisierter Ebene	Ausführlichere Thematisierung des Konzepts der Datenmodelle; Verbesserung der systematischen Umsetzung der Einführung der Konzepte mittels De- und Rekontextualisierung; Integration einer Aktivität zum Reflektieren der eigenen Rolle in Interaktionssystemen mit ddA (z.B. bezüglich Handlungsmöglichkeiten)	

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass das Konzept Datenbewusstsein für die Schüler:innen einen Deutungs- und Orientierungsrahmen bereitstellt, in dem die Schüler:innen eine Bedeutsamkeit für sich erkennen. Dieser lässt sich im Wesentlichen auf die Betrachtungsweise von ddA mit den Konzepten des Erklärmodells zurückführen. Insbesondere scheint ihnen dies beim Verstehen und Reflektieren der Interaktionssysteme mit ddA helfen zu können. Hervorzuheben ist dabei der festgestellte Bezug zu den eigenen Handlungen

in Interaktionen mit ddA. Das deutet darauf hin, dass das Erklärmodell nicht nur hilft, ddA und die Rolle von Daten zu verstehen und zu reflektieren, sondern insbesondere auch die eigene Rolle und das eigene Verhalten besser zu verstehen und zu reflektieren.

Insgesamt liefert dieser Zyklus Hinweise darauf, dass die Betrachtungsweise von Datenbewusstsein (im Sinne des Erklärmodells) den Schüler:innen einen *für sie* bedeutsamen Zugang zu diesen Interaktionssystemen mit ddA bietet.

Auf Grundlage dieser Erkenntnisse liefert der Zyklus wichtige Impulse für die Schärfung und Weiterentwicklung der Zielsetzungen des Konzepts sowie der theoretischen Konzeption von Datenbewusstsein. Im Hinblick auf die Zielsetzungen zeigt sich Datenbewusstsein in diesem Zyklus deutlicher als ein Zugang zu dieser Art von Interaktionssystemen, durch den die Schüler:innen verschiedene Aspekte des ddA oder ihrer eigenen Rolle wahrnehmen, verstehen und reflektieren können.

In Bezug auf die theoretischen Elemente der Konzeption von Datenbewusstsein (siehe Abschnitt 4.3.1) ist zunächst anzumerken, dass dieser Zyklus gemeinsam mit der Theoriearbeit zur Identifizierung der verschiedenen Theorieelemente der Konzeption von Datenbewusstsein beigetragen hat, wie sie in Abschnitt 4.3.1 beschrieben sind. So lassen sich etwa in den erarbeiteten Kategorien für die Bedeutsamkeit die theoretischen Elemente teilweise wiederfinden (siehe Abbildung 7.3). Im Fokus dabei stehen die drei Elemente des *Fokuswechsels*, der *Auseinandersetzung* mit ddA sowie der Entwicklung der *Handlungsfähigkeit*.

Bei dem Fokuswechsel geht es insbesondere darum, dass Schüler:innen in Interaktionen mit ddA einen Perspektivwechsel vornehmen und nach einem Halt-Stopp-Moment ihre Aufmerksamkeit auf bestimmte Aspekte richten, etwa die Rolle von Daten (siehe Abschnitt 4.3.3 für dieses Theorieelement des Konzepts). In den Interviews wurden Perspektivwechsel in Interaktionen mit ddA berichtet, die Schüler:innen äußerten, die Interaktionssysteme mit ddA nun aus einer anderen Perspektive zu betrachten und Ideen haben, auf die sie ihre Aufmerksamkeit bei alltäglichen ddA gezielt richten können (z.B. die Rolle von Daten).

Darüber hinaus deutet sich an, dass das Erklärmodell den Schüler:innen als Orientierung dient, um Interaktionssysteme mit ddA zu verstehen und zu bewerten, insbesondere in Bezug auf ihre eigene Rolle und ihr Verhalten. Dies unterstützt die Zielsetzungen des Konzepts. Darüber hinaus konnten Verbindungen zur Idee der Reflexion auf Ebene der Selbst- und Weltsichten aus dem Bildungsbegriff gefunden werden, was zur Schärfung des Theorieelements der Auseinandersetzung beiträgt.

Zudem zeigte sich, dass Datenbewusstsein eine mündige Handlungsfähigkeit der Schüler:innen in alltäglichen Interaktionen mit ddA fördern könnte. Dies stützt die Vermutung aus dem ersten Zyklus, dass Datenbewusstsein Schüler:innen dabei unterstützen könnte, passive Rollen und wahrgenommene Handlungsunfähigkeiten zu überwinden. In den Interviews wurden dazu Aspekte wie das Verstehen und Bewerten eigener Handlungen, deren Bedeutung und Implikationen, das Erkennen von Handlungsmöglichkeiten sowie das Treffen von Handlungsentscheidungen identifiziert. In diesem Zyklus zeigt sich somit das Potenzial, dass das Lernen der Konzepte des Erklärmodells zu einer Entwicklung einer Handlungsfähigkeit beiträgt. Um diesen Zusammenhang zu bestätigen, sind allerdings weitere Untersuchungen erforderlich.

Der Zyklus lieferte zudem Ideen für die Weiterentwicklung des Unterrichtsvorhabens sowie – auf abstrakterer Ebene – des didaktischen Ansatzes. So konnten unter anderem

Ideen zur Verbesserung der Erklärungen der Konzepte entwickelt werden (insb. hinsichtlich der Formulierungen in den Materialien). Des Weiteren konnte festgestellt werden, dass die Thematisierung der Rolle der Datenmodelle im Unterrichtsvorhaben weiter ausgearbeitet werden sollte, da dieses Konzept in der Durchführung etwas hinter den anderen Konzepten des Erklärmodells zurückgeblieben ist. Weitere Überarbeitungen betreffen die explizite Einführung der Konzepte des Erklärmodells. Im ersten Zyklus fand ein Perspektivwechsel hinsichtlich der Rolle des Erklärmodells statt, sodass es nicht mehr nur als Orientierung für die Unterrichtsplanung dienen sollte, sondern auch als Lerngegenstand verstanden wurde. Darauf wurde gefolgert, dass die Konzepte mit einem Ansatz des kontextbasierten Lernens schrittweise im Unterrichtsvorhaben eingeführt werden. Daran anknüpfend, zeigte die Unterrichtsdurchführung jedoch, dass die Einführung der Konzepte strukturierter und systematischer erfolgen sollte. Somit wurde die Einführung beziehungsweise Erarbeitung der Konzepte in Orientierung an die Idee der De- und Rekontextualisierung weiterentwickelt. Ein weiterer Bedarf besteht im Bezug auf das Reflektieren der eigenen Rolle in Interaktionssystemen mit ddA. Daher wurde gefolgert, dass eine Aktivität integriert werden soll, in der die Schüler:innen ihre Rolle in konkreten Beispielen der Nutzung von ddA reflektieren sollen (z.B. im vierten Teil des Unterrichtsvorhabens). Dies kann etwa eine Diskussion von Handlungs- und Entscheidungsmöglichkeiten umfassen.

Im Hinblick auf das Erklärmodell für Datenbewusstsein wurden im Rahmen der Datenanalyse dieses Zyklus entsprechende Codierungen anhand der Konzepte des Erklärmodells vorgenommen. Die Entwicklung der Code Kategorien, deren Präzisierung und Diskussion mit anderen Forschenden haben zur weiteren Schärfung der unterschiedlichen Konzepte beigetragen. Dies betrifft insbesondere die Trennschärfe zwischen den beiden Arten der Datenerhebung beziehungsweise den Typen der Zwecke. Der erarbeitete Codierleitfaden für Code Kategorien mit Bezug zu den Konzepten des Erklärmodells kann beispielsweise in der Untersuchung des folgenden Zyklus wiederverwendet werden.

Folgerungen für das weitere Vorgehen Ausgehend von den Ergebnissen dieses Zyklus ergeben sich weitere Fragen für nachfolgende Untersuchungen. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Schüler:innen durch die Unterrichtsintervention dazu angeregt werden, sich mit ddA aus ihrem Alltag auseinanderzusetzen, und dass das Lernen des Erklärmodells zur Entwicklung einer Handlungsfähigkeit der Schüler:innen in Interaktionen mit ddA beiträgt. Diese Ergebnisse bedürfen weiterer Untersuchungen, insbesondere bezogen auf die alltägliche Auseinandersetzung der Schüler:innen mit ddA sowie den Zusammenhang zwischen dem Lernen des Erklärmodells und der Entwicklung einer Handlungsfähigkeit. In diesem Zusammenhang muss auch weiter geklärt werden, was diese Auseinandersetzung mit ddA und die Handlungsfähigkeit aus Sicht des Konzepts Datenbewusstsein konkret umfassen soll. Im nächsten Zyklus wird dies näher ausgearbeitet und der Beitrag von Datenbewusstsein zur alltäglichen Auseinandersetzung mit ddA sowie zur Entwicklung einer Handlungsfähigkeit untersucht.

Zyklus 3: Förderung einer Handlungsfähigkeit durch das Lernen des Erklärmodells

8

Hinweis zur vorherigen Veröffentlichung von Teilen dieses Kapitels

Wesentliche Teil dieses Kapitels wurden bereits in den beiden Artikeln von Höper, Schulte und Mühling (2024a) sowie von Höper, Schulte und Mühling (2024b) veröffentlicht.

Zusammenfassung dieses Kapitels

In den ersten beiden Zyklen zeigte sich, dass das Erklärmodell für Schüler:innen verständlich ist und sie es nach den Unterrichtsvorhaben auf andere Alltagssituationen mit ddA anwenden können. Die Interventionen unterstützen somit im Sinne der Zielsetzungen von Datenbewusstsein ein konzeptionelles Verständnis von ddA. Weiterhin konnte beobachtet werden, dass die Schüler:innen das Gelernte mit ihrem Alltag verknüpfen konnten und eine Bedeutsamkeit für ihre alltäglichen Interaktionen mit ddA erkannten. Im Hinblick auf die Zielsetzungen von Datenbewusstsein lässt sich damit die Vermutung ableiten, dass das Erklärmodell den Schüler:innen bei der Entwicklung einer Handlungsfähigkeit unterstützen kann. Dies wird im dritten Zyklus untersucht, wozu eine umfangreichere theoretische Operationalisierung von Datenbewusstsein vorgenommen, ein entsprechendes Messinstrument entwickelt und eine Studie mit Schüler:innen durchgeführt wird. Dabei werden verschiedene Perspektiven zur Förderung von Datenbewusstsein betrachtet, insbesondere das Verständnis des Erklärmodells, die Bereitschaft, sich im Alltag mit ddA auseinanderzusetzen, und die Entwicklung einer Handlungsfähigkeit in Interaktionen mit ddA.

8.1 Einordnung in das Dissertationsvorhaben

Die Ziele von Datenbewusstsein umfassen, dass das Erklärmodell den Schüler:innen im Sinne eines Deutungs- und Orientierungsrahmens einen Zugang zu Interaktionssystemen mit ddA bietet – etwa im Hinblick auf die Rolle der Daten oder die eigene Rolle darin (siehe Diskussion der Zielsetzungen in Abschnitt 4.3.1). Konkret bedeutet dies, dass das Erklärmodell für Schüler:innen eine Unterstützung bieten soll, sich mit der Rolle von Daten in Interaktionen mit ddA auseinanderzusetzen, die Interaktionssysteme zu verstehen und zu reflektieren sowie Handlungsfähigkeit zu entwickeln.

Die ersten beiden Zyklen haben unter anderem Hinweise darauf gegeben, dass das Erklärmodell für Schüler:innen verständlich ist, dass sie die Konzepte des Erklärmodells auf ddA aus ihrem Alltag anwenden können und dass sie für sich eine Bedeutsamkeit im Lernen dieser Konzepte erkennen, und dass ihnen diese eine andere Perspektive auf ihre eigenen Interaktionen mit ddA bereitstellen. Neben dem Rückbezug des Gelernten auf den eigenen Alltag deuteten die Ergebnisse der vorherigen Zyklen ebenfalls darauf hin, dass das Lernen der Konzepte des Erklärmodells auch zur Handlungsfähigkeit der Schüler:innen in Interaktionen mit ddA beitragen könnte. Angesichts der Ergebnisse aus verwandter Forschung, die passive und fremdbestimmte Rollen der Schüler:innen in Interaktionen mit ddA beschreiben (siehe Abschnitt 2.6.3), stellt sich allerdings die Frage, was eine solche Handlungsfähigkeit im Sinne Datenbewusstseins umfassen könnte und wie sie gefördert werden kann. So bestehen für diesen Zyklus im Wesentlichen zwei Ziele: Einerseits soll exploriert werden, was eine solche Handlungsfähigkeit im Sinne Datenbewusstseins bedeuten könnte, und andererseits soll untersucht werden, ob der didaktische Ansatz für Datenbewusstsein – also im Kern das Lernen des Erklärmodells – Schüler:innen dabei unterstützt, sich im Alltag mit ddA auseinanderzusetzen und eine Handlungsfähigkeit zu entwickeln.

Im Fokus dieses Zyklus steht damit die vierte Forschungsfrage des Dissertationsvorhabens, auch wenn die Ergebnisse aus den ersten beiden Zyklen zur zweiten und dritten Forschungsfrage erweitert und bestätigt werden sollen:

(RQ4_{Diss}) Inwiefern kann das Lernen eines Erklärmodells für datengetriebene digitale Artefakte dazu beitragen, dass Schüler:innen gelernte Konzepte im Alltag nutzen und eine Handlungsfähigkeit in Interaktionen mit datengetriebenen digitalen Artefakten entwickeln?

In der empirischen Untersuchung dieses Zyklus wird erneut ein Untersuchungsdesign gewählt, bei dem eine Unterrichtsintervention, gerahmt durch einen Pre- und Posttest, durchgeführt wird. Zur Untersuchung der zuvor genannten Ziele dieser Untersuchung ist ein entsprechendes Messinstrument erforderlich. Dazu wird nach einer Operationalisierung ein Fragebogen entwickelt und mit Schüler:innen im Alter von 12 bis 16 Jahren getestet. Mit diesem Fragebogen wird die empirische Untersuchung dieses Zyklus durchgeführt. Dabei wird das Unterrichtsvorhaben zu den Empfehlungsdiensten in den Jahrgangsstufen 9 und 10 (Schüler:innen im Alter von ca. 15 bis 16 Jahren) eingesetzt (siehe dessen Beschreibung in Abschnitt 5.3).

Die Ziele der Untersuchung werden wie folgt konkretisiert: Mit einem überarbeiteten empirischen Ansatz zur Messung des Verständnisses der Schüler:innen von den Konzepten des Erklärmodells soll geprüft werden, ob die Unterrichtsintervention das Verständnis

der Schüler:innen fördert. Darüber hinaus soll in der Studie untersucht werden, ob die Intervention dazu beiträgt, dass sich Schüler:innen in alltäglichen Situationen mit den ddA und der Rolle von Daten auseinandersetzen (wollen). Außerdem soll entsprechend der vorherigen Ziele untersucht werden, ob sich Handlungsfähigkeit der Schüler:innen in Interaktionen mit ddA entwickelt. Dabei sind insbesondere die Veränderungen durch die Unterrichtsintervention im Fokus. Bezüglich der Handlungsfähigkeit wird in diesem Zyklus explorativ untersucht, wie die Schüler:innen ihre Rolle in Interaktionen mit ddA sehen und inwiefern sich darin eine Handlungsfähigkeit im Sinne Datenbewusstseins wiederfinden lässt – als Gegensatz zu resignierten Haltungen und wahrgenommener Handlungsunfähigkeit. Dies soll dabei insbesondere auch in Bezug zu den vorherigen Aspekten gesetzt werden, also das Verständnis des Erklärmodells sowie die Bereitschaft, sich im Alltag mit den Interaktionssystemen mit ddA auseinanderzusetzen.

Daraus ergeben sich für den dritten Zyklus (Z3) die folgenden spezifischen Forschungsfragen:

(RQ1_{Z3}) Inwiefern entwickeln die Schüler:innen ein Verständnis über ddA aus ihrem Alltag, insbesondere bezogen auf das Erklärmodell für Datenbewusstsein?

(RQ2_{Z3}) Inwiefern wirkt sich das Lernen des Erklärmodells auf die Motivation und Intentionen der Schüler:innen aus, sich mit ddA aus ihrem Alltag im Sinne der Perspektiven des Erklärmodells auseinanderzusetzen?

(RQ3_{Z3}) Inwiefern unterstützt das Lernen des Erklärmodells eine selbstbestimmte, mündige und verantwortungsvolle Handlungsfähigkeit der Schüler:innen in ihren alltäglichen Interaktionen mit ddA?

Mit Blick auf die theoretische Konzeption von Datenbewusstsein trägt dieser Zyklus wesentlich zur Ausdifferenzierung und Konkretisierung der vier theoretischen Elemente bei, wie sie in Abschnitt 4.3 erläutert wurden. Außerdem werden mit diesem Zyklus die Zielsetzungen von Datenbewusstsein untersucht; so wird etwa auch der angenommene Beitrag des Erklärmodells zur Entwicklung einer Handlungsfähigkeit im Sinne Datenbewusstseins geprüft. Darüber hinaus trägt dieser Zyklus auch zur Schärfung der Konzepte des Erklärmodells bei.

Dieser Zyklus umfasst somit drei Teile, die als Gliederung für dieses Kapitel dienen: (1) Zunächst findet eine Operationalisierung, Entwicklung und Evaluation des Fragebogens statt (Abschnitt 8.3), (2) anschließend wird die empirische Untersuchung dieses Zyklus zu den drei genannten Forschungsfragen beschrieben (Abschnitt 8.4) und (3) abschließend folgen Schlussfolgerungen und Reflexionen dieses Zyklus im Rahmen des Dissertationsvorhabens (Abschnitt 8.5).

8.2 Stand der Forschung

In diesem Abschnitt werden relevante Aspekte aus dem Stand der Forschung beschrieben. Einiges davon wurde bereits im Rahmen der Ausgangslage dieser Arbeit in Kapitel 2 diskutiert, sodass diese Aspekte hier mit dem Ziel der Einordnung dieses Zyklus in den Rahmen des Vorhabens lediglich zusammengefasst werden.

Wie bereits zuvor mehrmals aufgegriffen, zeigen eine Reihe von Studien, dass viele Schüler:innen nur ein geringes Verständnis der Datenpraktiken bei digitalen Anwendungen (und ddA) haben (siehe Abschnitt 2.6.1). In den vorherigen Zyklen wurde beobachtet, dass die Konzepte des Erklärmodells Schüler:innen dabei unterstützen können, differenzierte Perspektiven auf die Rolle von Daten in alltäglichen ddA einzunehmen und verschiedene Aspekte dahingehend zu erkennen. Es zeigte sich zudem, dass die Schüler:innen die Konzepte des Erklärmodells auf alltägliche Beispiele für ddA anwenden können. Nach der Weiterentwicklung des Erklärmodells für Datenbewusstsein nach dem ersten beziehungsweise zweiten Zyklus, sollten die bisherigen Ergebnisse zur Förderung eines Verständnisses der Rolle von Daten in diesem Zyklus bestätigt werden.

Neben einem Verständnis für die Rolle von Daten in Interaktionen mit ddA soll Datenbewusstsein die Schüler:innen auch bei der Entwicklung einer Handlungsfähigkeit unterstützen. Relevant sind dafür die alltäglichen Perspektiven der Schüler:innen. Im Alltag haben Schüler:innen meistens Nutzungsperspektiven auf ddA und nehmen seltener Perspektiven der Entwicklung solcher Artefakte ein, was sich entsprechend entlang der Consumer-Designer-Kontinua verorten lässt (siehe vorherige Diskussionen in den Abschnitten 2.3.1 oder 2.4). Aus ihren alltäglichen Perspektiven heraus sammeln sie verschiedene Erfahrungen und entwickeln Vorstellungen oder auch Fehlvorstellungen über die Funktionsweise von ddA, wie beispielsweise bezogen auf die Datenpraktiken oder Ähnliches (siehe z.B.: Bucher, 2017; Mertala & Fagerlund, 2024; Mertala et al., 2022; Mühling & Große-Bölting, 2023; Rücker et al., 2020). Eine Anknüpfung an diese alltäglichen Perspektiven kann im Sinne des konstruktivistischen Lernens das Verständnis im Unterricht unterstützen und den Bezug zu alltäglichen Situationen fördern. Anknüpfend an ihre Alltagsperspektiven auf ddA sollten dazu befähigt werden, in alltäglichen Interaktionen mit ddA informierte und gestaltende Rollen anstatt passive Rollen auf einem Consumer-Designer-Kontinuum einzunehmen.

Im Hinblick auf solche Rollen deuten verschiedene Studien und Theorien allerdings darauf hin, dass viele Nutzende sich gegenüber der Rolle von Daten in ddA machtlos und handlungsunfähig fühlen und etwa resignierte Haltungen entwickeln (siehe Abschnitt 2.6.3). Das heißt, viele Schüler:innen haben in alltäglichen Interaktionen mit ddA tendenziell passive Haltungen und Rollen und nehmen eher weniger andere Rollen auf dem Consumer-Designer-Kontinuum als jene der passiven Nutzung ein. Dies spricht somit eher gegen eine Handlungsfähigkeit im Sinne Datenbewusstseins.

Darüber hinaus zeigten Studien, dass Schüler:innen das Lernen über Datenpraktiken und ddA nicht zwangsläufig mit alltäglichen Situationen in Verbindung bringen können und es nicht unbedingt zu mehr Handlungsfähigkeit und weniger resignierten Haltungen und gefühlter Handlungsunfähigkeit führt (siehe detailliertere Diskussion dazu im Abschnitt 2.6.4). Konkret umfasst dies beispielsweise Studien, in denen Schüler:innen zwar Wissen über Datenpraktiken oder ML-Konzepte erworben haben, dies aber nicht zwangsläufig dazu führte, dass sie dies bezogen auf ihren Alltag reflektieren oder mit ihrem Verhalten in den eigenen Interaktionen mit ddA in Verbindungen bringen konnten (siehe z.B.: Bilstrup et al., 2022; Turow & Hennessy, 2015; Vartiainen et al., 2021b).

Zusammengefasst ergeben sich daraus verschiedene Herausforderungen dafür, Schüler:innen nicht nur Konzepte über die Rolle von Daten in Interaktionen mit ddA zu vermitteln, sondern sie gleichzeitig auch dazu zu befähigen, die Konzepte im Alltag zur Auseinandersetzung mit ddA anzuwenden und eine Handlungsfähigkeit zu entwickeln.

In Anknüpfung an die Ergebnisse der vorherigen Zyklen dieses Vorhabens stellt sich für diesen Zyklus die Frage, ob für Datenbewusstsein im Kontrast zu dieser Studienlage bestätigt werden kann, dass das Erklärmodell neben der Förderung des Verständnisses der Schüler:innen auch einen Effekt auf die Entwicklung ihrer Handlungsfähigkeit in ihren Interaktionen mit ddA haben kann.

8.3 Operationalisierung und Entwicklung eines Messinstruments

In diesem Zyklus sollen Veränderungen und Zusammenhänge im Hinblick auf das Verständnis der Schüler:innen vom Erklärmodell, die Auseinandersetzung mit ddA im Alltag sowie die Entwicklung einer Handlungsfähigkeit untersucht werden. Dazu soll ein Fragebogen entwickelt werden, was eine entsprechende Operationalisierung der zu untersuchenden Aspekte erfordert. In diesem Abschnitt wird daher zunächst die Operationalisierung begründet sowie anschließend die Entwicklung und Evaluation eines Fragebogens erläutert.

Die Operationalisierung soll demnach eine Komponente zum Verständnis des Erklärmodells umfassen, was auf die Untersuchungen der vorherigen Zyklen aufbauen kann. Darüber hinaus geht es einerseits um die Verknüpfung des Erklärmodells mit alltäglichen Situationen und somit die alltägliche Auseinandersetzung mit ddA und andererseits um eine Handlungsfähigkeit, die in Anlehnung an die Zielsetzungen von Datenbewusstsein selbstbestimmte und mündige Rollen in diesen Interaktionssystemen umfasst, die auf Verstehen und Reflektieren aufbauen. Zur Einordnung sollte angemerkt werden, dass die theoretische Konzeption der selbstbestimmten, mündigen und verantwortungsvollen Handlungsfähigkeit im Abschnitt 4.3.5 auf diesen Zyklus aufbaut. Die Operationalisierung dieser beiden handlungsbezogenen Aspekte der Auseinandersetzung mit ddA sowie der Handlungsfähigkeit setzen zunächst eine Erweiterung des theoretischen Hintergrunds dieser Arbeit voraus, in der geklärt werden muss, was Handlungen sind, welche Einflussfaktoren bestehen und wie – im Sinne einer Operationalisierung – abgeschätzt werden kann, ob Schüler:innen im Alltag bestimmte Handlungen durchführen werden. Dies ermöglicht anschließend das Aufstellen eines empirischen Modells und die Entwicklung eines Messinstruments.

8.3.1 Erweiterung des Theoretischen Hintergrunds

Im Rahmen der theoretischen Konzeption von Datenbewusstsein wurde eine Anknüpfung an die Begriffe Bewusstsein und Aufmerksamkeit vorgenommen (siehe Erläuterung der Begriffe in Abschnitt 2.7). Bewusstsein hängt damit zusammen, die eigene Aufmerksamkeit auf bestimmte Aspekte der Umgebung auszurichten und darauf aufbauend beispielsweise mentale Repräsentationen zu bilden und diese zu nutzen, um Handlungen zu planen oder Schlussfolgerungen zu ziehen. Datenbewusstsein zielt darauf ab, dass Schüler:innen mithilfe des Erklärmodells in der Lage sind, sich mit der Rolle von Daten und ihrer eigenen Rolle in Interaktionssystemen mit ddA auseinanderzusetzen, diese wahrzunehmen, zu verstehen und zu reflektieren. Im Sinne der Zielsetzungen des Konzepts soll dies die Grundlage für eine selbstbestimmte und mündige Handlungsfähigkeit in diesen Interaktionen bieten. Dies folgt der Idee, dass Aufmerksamkeit und Bewusstsein eine Voraussetzung

für die Handlungsplanung und -kontrolle eines Individuums darstellen (vgl. Becker-Carus & Wendt, 2017a; Duckworth et al., 2016; Hagendorf et al., 2011). Im Hinblick auf diese Zielausrichtung des Konzepts stellt sich anknüpfend die Frage, wie das Durchführen von Handlungen erfolgt (z.B. die Auseinandersetzung mit ddA) und welche Rolle das Planen und die Kontrolle von Handlungen spielen. Das Auseinandersetzen mit ddA im Alltag erinnert an die eingangs aufgegriffenen Ziele des kompetenten Bewegens in einer digitalen Welt, was unter anderem an der Vorstellung eines kompetenten Handelns anknüpft (siehe Abschnitt 1.1). Zum Beispiel in Anlehnung an „Vergleichende Leistungsmessung in Schulen - eine umstrittene Selbstverständlichkeit“ (2002, S. 27f.) umfassen Kompetenzen neben kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten etwa auch soziale, motivationale und volitionale Aspekte. Solche verschiedenen Aspekte eines kompetenten Handelns werden in diesem Abschnitt näher betrachtet. Dazu wird im Folgenden eine Erweiterung des theoretischen Hintergrunds dieser Arbeit vorgenommen und ein Verständnis von menschlichen Handlungen diskutiert, wozu allerdings in erster Linie Handlungstheorien herangezogen werden. Dies dient insbesondere der theoretischen Konzeptverfeinerung und Operationalisierung von Datenbewusstsein für die Untersuchung der zuvor beschriebenen Forschungsfragen dieses Zyklus.

Theoretische Betrachtung von Handlungen

Im Gegensatz zu Gewohnheiten oder gelernten Verhaltensweisen im Sinne von reaktivem Verhalten geht es bei Handlungen um Ziele, die von dem Individuum verfolgt werden, also um zielgerichtete Aktionen und nicht nur um unterbewusste oder reaktive Aktionen (vgl. Achtziger & Gollwitzer, 2018). Für Datenbewusstsein geht es insbesondere um die aktive Auseinandersetzung mit ddA oder allgemein einem Interaktionssystem, was letztlich in mehr Handlungsfähigkeit resultieren soll – wie in den Zielsetzungen des Konzepts beschrieben (siehe Abschnitt 4.3.1). Eine Handlung in diesem Sinne beschreibt beispielsweise, die Rolle von Daten in einer Interaktion mit einem ddA zu untersuchen, zu reflektieren und Auswirkungen der Datenpraktiken auf die Interaktion und das eigene Selbst reflektieren. Solche Handlungen werden nachfolgend betrachtet.

Handeln hängt mit mehreren theoretischen Konzepten zusammen, die in der Ausgangslage dieser Arbeit in Kapitel 2 diskutiert wurden – so etwa die Handlungsweisen im Bildungsbegriff oder das konkrete Handeln im Rahmen der Mündigkeit. Ein mündiges Handeln umfasst, wie in Abschnitt 2.2.2 diskutiert, unter anderem ein wirksames Handeln, das absichtsvoll (intentional) erfolgt und bei dem das Individuum die Wahl hatte, auch anders handeln zu können (siehe dazu insbesondere den Begriff der Mündigkeit bei: Giddens, 1984). Anknüpfend an solche Überlegungen zum Begriff des mündigen Handelns, unter anderem von Giddens, beschreiben Rammert und Schulz-Schaeffer (2002) mit ihrem gradualisierten Handlungsbegriff drei Ebenen von Handeln: (1) ein Bewirken von Veränderungen, (2) auch anders handeln können und (3) intentional gesteuertes und begründetes Handeln (Rammert & Schulz-Schaeffer, 2002, S. 48-49). Sie heben also hervor, dass durch Handeln eine Wirkung erzeugt wird, Handlungsmöglichkeiten erkannt und generiert werden sowie zwischen ihnen gewählt und Handlungen an den eigenen Intentionen ausgerichtet werden kann, wobei diese Ebenen hierarchisch angeordnet sind. Nach ihnen kann also Handeln auf verschiedenen Ebenen erfolgen und nicht jede Handlung muss immer alle drei Ebenen erfüllen (vgl. Rammert & Schulz-Schaeffer, 2002). Für die Operationalisierung von Datenbewusstsein, bei dem es letztendlich um das Ziel einer

selbstbestimmten, mündigen und verantwortungsvollen Handlungsfähigkeit geht, sind generell alle drei Ebenen relevant. So sollen Schüler:innen in der Lage sein, wirkungsvoll zu handeln, zwischen erkannten Handlungsmöglichkeiten zu wählen und ihren eigenen Intentionen folgen zu können. Während die ersten beiden Ebenen mit Zielen der selbstbestimmten und mündigen (i.S. Mündigkeit) Rollen in den Interaktionssystemen einhergehen, verweist die dritte Ebene auf ein weiteres wichtiges Merkmal für Handeln, und zwar die Rolle eigener Intentionen, die einen Einflussfaktor für das Handeln darstellen. Diese verschiedenen Aspekte werden nachfolgend anhand unterschiedlicher Theorien und Modelle weitergehend beleuchtet; zunächst wird der Aspekt der Handlungsmöglichkeiten und anschließend die Rolle intentionaler Faktoren im Handeln betrachtet.

Um sich mit ddA und der Rolle von Daten in den Interaktionen auseinanderzusetzen, wird deutlich, dass neben den bereits genannten Faktoren ebenfalls ein Verständnis für diese Technologien eine Rolle spielt. Die Rolle von Wissen und Erfahrungen für das Handeln wird etwa bei Tulodziecki et al. im Rahmen eines Handlungsmodells für die Nutzung von Medien (oder auch digitalen Anwendungen) hervorgehoben (siehe z.B.: Tulodziecki, 2011; Tulodziecki et al., 2019). Dort wird der Erfahrungs- und Wissensstand einer Person neben der sozial-kognitiven Entwicklung des Individuums als Voraussetzung für das Erkennen, Entdecken und Bewerten von Handlungsmöglichkeiten in einer konkreten Situation positioniert, woran anschließend nach der Entscheidung für eine Handlungsmöglichkeit die Handlung durchgeführt wird, die unter anderem zu neuen Erfahrungen führen kann (vgl. Tulodziecki et al., 2019, Kapitel 2). Demnach ist für die Durchführung einer Handlung in der Interaktion mit einem ddA das Erkennen und Bewerten von Handlungsmöglichkeiten nötig, was wiederum auf dem Verständnis des Individuums für ddA und Datenpraktiken beruht.

Ergänzend dazu gibt es bei menschlichen Handlungen aus psychologischer und verhaltenstheoretischer Perspektive verschiedene weitere Einflussfaktoren. So ist für Handlungen zwischen Prozesse zum Setzen und zum Verfolgen von (Handlungs-)Zielen zu unterscheiden, da diesen Prozessen unterschiedliche psychologische Konzepte zugrunde liegen (vgl. Achtziger & Gollwitzer, 2018). Zum Beispiel spielt Motivation eine Rolle beim Finden und Entscheiden über Ziele, Intentionen hingegen beim Initiieren von Handlungen und Handlungskontrolle letztlich für das Umsetzen von Zielen. Im Vergleich zu den Intentionen könnte die Motivation somit ein eher weniger adäquater Prädiktor für das Verhalten sein. Bezogen auf die eingangs diskutierten Haltungen von Individuen gegenüber Datenpraktiken und der eigenen Privatsphäre könnte jemand beispielsweise die Motivation haben, wenige persönliche Daten bereitzustellen oder dahingehend mehr Kontrolle über die Datenpraktiken wahrzunehmen, was etwa die Privacy Concerns widerspiegeln. Im Hinblick auf das bereits diskutierte Privacy Paradox findet sich eine solche motivationale Haltung allerdings nicht immer in den Handlungen der Individuen wieder (siehe die Diskussion dazu in Abschnitt 2.6.2).

Zur Beschreibung und Erklärung menschlicher Handlungen wurden verschiedene Ansätze und Modelle entwickelt, in denen verschiedene solcher psychologische Konzepte im Rahmen der Handlungen eines Individuums betrachtet werden. Beispiele dafür sind die Theory of Planned Behavior (Ajzen, 1985, 1991) oder auch das sogenannte Rubikonmodell (Gollwitzer, 1993; Heckhausen, 1987), die nachfolgend kurz beschrieben werden.

Mit der *Theory of Planned Behavior* beschreibt Ajzen (1991) einen theoretischen Ansatz für die Erklärung von Einflussfaktoren auf das Verhalten (oder auch Handeln) eines

Individuums. In diesem Ansatz werden die Faktoren Attitudes toward the Behavior, Subjective Norms, Perceived Behavioral Control und schließlich die Intention beschrieben (vgl. Ajzen, 1991). In diesem Ansatz wird die Intention als wichtigster Einflussfaktor und Prädiktor für das tatsächliche Verhalten angesehen (vgl. Ajzen, 1991, S. 181). Ergänzt wird der direkte Einfluss auf das Verhalten in diesem Ansatz durch die wahrgenommene Kontrolle für das Verhalten, die im Wesentlichen als ein moderierender Effekt der Intention auf die Handlung verstanden wird (vgl. Ajzen, 1991). Wenn die wahrgenommene Verhaltenskontrolle klein ist, wird somit auch die mögliche Wirkung der Intentionen auf das Verhalten nach der Annahme dieses Ansatzes eher klein sein. Wichtig dabei ist, dass eine hohe wahrgenommene Kontrolle nicht in einer hohen Intention resultiert, da diese auch durch andere Faktoren bestimmt wird (vgl. Ajzen, 1991). Die wahrgenommene Kontrolle beschreibt im Wesentlichen, ob das Individuum der Auffassung ist, dass es selbst die Entscheidung für das Verhalten treffen (werden) kann (sowohl dafür als auch dagegen) (vgl. Ajzen, 1991). Diese wahrgenommene Verhaltenskontrolle des Individuums ist in der Regel kontextspezifisch, hängt also von den Situationen und den konkreten Handlungen ab (Ajzen, 1991). Teilweise wird für die Intention als Prädiktor der betrachteten Handlungen kritisiert, dass die Intentionen etwa bei mangelnder Kontrollmöglichkeit des Individuums nicht immer zum entsprechenden Verhalten führen (vgl. Ajzen, 1985; Sheeran, 2002). Durch die Integration des Faktors für die wahrgenommene Kontrolle wird diese Kritik in dem Ansatz adressiert. Im nächsten Abschnitt werden die Konzepte der Motivation und Intention weitergehend diskutiert, wobei ebenfalls das Konzept der Selbstwirksamkeit (Self-Efficacy) aufgegriffen wird (siehe für Selbstwirksamkeit etwa auch: Bandura, 1997). Dieses ist nach Ajzen (1991) durchaus kompatibel und verwandt zur Idee der wahrgenommenen Kontrolle des Individuums. Die anderen genannten Einflussfaktoren der Attitudes und der Subjective Norms sind in dem Ansatz der Theory of Planned Behavior eher als Faktoren für die Intentionen und die wahrgenommene Kontrolle für das Verhalten beschrieben, sodass sie nur indirekte Einflussfaktoren auf das Verhalten darstellen (vgl. Ajzen, 1991).

Ergänzend dazu wird das sogenannte *Rubikonmodell* für Handlungen betrachtet, dessen Namen von der Rubikonmetapher stammt. Heckhausen (1987) trennt mithilfe dieser Metapher zwei Handlungsphasen, womit die Rolle von Motivation und Intention unterschieden wird:

„Vor dieser Schwelle oder diesseits des Rubikons, d.h. bevor es zur Bildung einer Intention kommt, geht es um Wünschen, Wägen und Wählen. Es sind Prozesse der Motivation im engeren Sinne, wir sprechen von der Motivationsphase. Hat sich als Ergebnis eine Entscheidung oder ein Entschluß, kurz eine Intention gebildet, befindet man sich nicht mehr diesseits, sondern schon jenseits des Rubikon. Wir sprechen von Volitionsphase und bezeichnen die Prozesse als volitional.“ (Heckhausen, 1987, S. 123)

Damit werden Motivation und Volition beziehungsweise Intention im Sinne menschlicher Handlungen verschiedenen Phasen der Zielsetzung und Zielverwirklichung zugeordnet. Dies stellt bereits den ersten Teil des Modells dar, welches Heckhausen und Gollwitzer aufgestellt haben (siehe z.B.: Gollwitzer, 1993; Heckhausen, 1987; Heckhausen & Gollwitzer, 1987) (für einen Überblick dazu siehe bspw. auch: Achtziger & Gollwitzer, 2018). Mit diesem Modell werden im Sinne eines zeitlichen Ablaufs vier Phasen beschrieben: Die

prädezieionale, präaktionale, aktionale und postaktionale Handlungsphasen (vgl. Achtziger & Gollwitzer, 2018; Gollwitzer, 1993; Heckhausen, 1987). Achtziger und Gollwitzer fassen diese vier Phasen wie folgt zusammen:

„Nach dem Rubikon-Modell erstreckt sich der Handlungsverlauf von der Phase des Abwägens verschiedener Wünsche und Handlungsoptionen und deren jeweiliger positiver und negativer Konsequenzen (prädezieionale Handlungsphase) über die Phase des Planens konkreter Strategien, mit denen eine Person versucht, das am Ende der prädezieionalen Phase etablierte Ziel zu realisieren (präaktionale/postdezieionale Handlungsphase), bis hin zur einer Phase der Durchführung dieser Strategien (aktionale Handlungsphase) und einer Phase der Bewertung des sich daraus ergebenden Handlungsergebnisses (postaktionale Handlungsphase [...]).“ (Achtziger & Gollwitzer, 2018, S. 358)

Wie bereits erwähnt fokussiert die erste Phase die Zielsetzung, was als motivationaler Prozess angesehen wird, während die zweite Phase die Handlungsplanung beschreibt und so der Volition und Intention zugeschrieben wird (vgl. Heckhausen, 1987). Das sogenannte „Rubikon“, befindet sich zwischen der ersten und zweiten Phase und stellt eine zu überwindende Hürde im Rahmen der Realisierung von Handlungszielen dar. Mit dem Wechsel in die zweite Phase werden demnach Intentionen gebildet, die eine Art Selbstverpflichtung zur Umsetzung des Ziels darstellen (i.S. eines Commitments), wie später in Abschnitt 8.3.1 ausführlicher diskutiert wird. Nach der Intention folgt gemäß dem Modell die Handlung, die anschließend in der letzten Phase bewertet wird.

Zusammenfassend spielen für Handlungen verschiedene Aspekte eine Rolle, etwa sowohl auf kognitiver als auch affektiver Ebene. Zunächst setzt (kompetentes) Handeln Wissen und Fähigkeiten voraus, um beispielsweise in einer Situation entsprechende Handlungsmöglichkeiten zu erkennen und zu bewerten. Für das Auseinandersetzen mit ddA und der Rolle von Daten bezieht sich dies etwa auf das Erklärmodell für Datenbewusstsein, das später in der Operationalisierung für diesen Zyklus einfließen wird. In den letzten beiden theoretischen Ansätzen und Modellen werden Handlungen durch verschiedene (affektive) Faktoren geprägt und initiiert, wobei insbesondere Motivation und Intention beziehungsweise Volition eine Rolle spielen. Bezogen auf Datenbewusstsein könnten die ersten Schritte beispielsweise als Setzen des Ziels, sich in Interaktionen mit ddA mit der Rolle von Daten auseinanderzusetzen (Motivation), und anschließend die konkrete Planung der Umsetzung dieses Ziels in bestimmten Situationen (Intention) interpretiert werden. Aufgrund des Zusammenspiels zwischen Motivation und Intention werden diese beiden Konzepte ebenfalls in die Operationalisierung aufgenommen. Dafür werden im nächsten Abschnitt zunächst die Konzepte der Motivation und Intention weiter konkretisiert.

Motivation und Intention

Wie bereits hervorgehoben, spielen für die Umsetzung von Handlungen unter anderem Motivationen und Intentionen eine Rolle. Zum Beispiel für die betrachtete Handlung, sich im Alltag mit der Rolle von Daten in den eigenen Interaktionen mit ddA auseinanderzusetzen und somit die Konzepte aus dem Unterricht im Alltag zu verwenden, können die Motivationen und Intentionen der Schüler:innen hinsichtlich dieser Handlungen eine wichtige Voraussetzung darstellen. Das Rubikonmodell verdeutlicht dazu die Bedeutung

von Motivation und Intention im Rahmen der Initiierung der Handlungen, wobei Motivation die Auswahl und das Setzen von Zielen, also auch die Entscheidungen diesbezüglich, und Intention die Selbstverpflichtung und Planung der Umsetzung dieser Ziele betrifft (vgl. Gollwitzer, 1993; Heckhausen, 1987). In diesem Zyklus werden daher Faktoren zur Motivation und Intention, sich etwa mit der Rolle von Daten in Interaktionen mit ddA auseinanderzusetzen, betrachtet. Die beiden Konzepte werden im Folgenden näher diskutiert.

Motivation: Für Motivation als theoretisches Konzept gibt es verschiedene Theorien und Ansätze. Zwei bekannte und häufig genutzte Ansätze sind beispielsweise die Selbstbestimmungstheorie von Deci und Ryan (1985, 2000) oder auch Erwartungs-Wert Theorien, wie etwa von Eccles et al. (1983) (siehe auch: Wigfield, 1994; Wigfield & Eccles, 2000, 2023).

Zum Beispiel wird bei der *Selbstbestimmungstheorie*, die konkret einen Rahmen mehrerer einzelner Theorien bildet, Motivation ausgehend von psychologischen Grundbedürfnissen (Bedürfnisse nach Kompetenz, Autonomie und Verbundenheit) ergründet (vgl. Deci & Ryan, 2000). Motivation wird dahingehend mit dem eigenen Selbst des Individuums und dessen persönliche Ziele, Interessen, Bedürfnisse und Ähnliches verknüpft. So wird Motivation hinsichtlich des Betrachtungsgegenstands der Ziele erklärt und zwischen extrinsischer und intrinsischer Motivation unterschieden, wodurch Aktivitäten danach unterschieden werden, ob sie wegen dieser Aktivität (intrinsisch motiviert) oder darüber hinausgehender Ziele durchgeführt werden (extrinsisch motiviert) (vgl. Deci & Ryan, 2000).

Eine alternative Betrachtungsweise liefern *Erwartungs-Wert Theorien*, was in dieser Arbeit als Grundlage für die Betrachtung von Motivation dienen wird. Ein populäres Beispiel dafür ist das Erwartungs-Wert Modell von Eccles et al. (1983) (siehe auch: Wigfield & Eccles, 2000, 2023). Dort wird Motivation als Resultat von zwei Komponenten (Erwartung und Wert) beschrieben, wodurch erklärt werden soll, warum eine Person eine bestimmte Aktivität wählt und Engagement auf diese Aktivität richtet (siehe z.B.: Eccles et al., 1983; Wigfield, 1994; Wigfield & Eccles, 2000) (aufbauend auf früheren Ansätzen, z.B.: Atkinson, 1957). Die zugrunde liegende Annahme ist, dass Motivation zur Wahl einer Aktivität und dem Engagement darin besonders hoch ist, wenn sowohl die Erwartung besteht, erfolgreich darin zu sein, als auch der subjektive Wert beziehungsweise der subjektive Nutzen als hoch eingeschätzt wird (Eccles et al., 1983; Wigfield & Eccles, 2000). Wenn also beispielsweise ein Individuum im Rahmen einer konkreten Interaktion mit einem ddA die Erwartung hat, die Rolle von Daten darin zu verstehen, und gleichzeitig darin einen subjektiven Wert erkennt, so ist nach diesem Modell davon auszugehen, dass die Motivation zur Auseinandersetzung mit der Rolle von Daten entsprechend hoch wäre. Die beiden Komponenten Erwartung und Werts werden im Folgenden weiter konkretisiert.

Die *Erwartungskomponente* beschreibt die Überzeugung, in der betrachteten Aktivität erfolgreich zu sein (vgl. Wigfield & Eccles, 2023). Eine solche Erwartung ist jedoch nicht mit einer Selbsteinschätzung oder Bewertung der eigenen Fähigkeiten gleichzusetzen (vgl. Wigfield & Eccles, 2000). Die Erwartungskomponente hängt mit dem Konzept der *Selbstwirksamkeit* (Self-Efficacy) von Bandura (1997) zusammen, wie auch Wigfield und Eccles (2000) festhalten. Bandura (1997) beschreibt mit der Selbstwirksamkeitserwartung die Überzeugung eines Individuums, dass es in der Lage ist, die Aktivität erfolgreich durchzuführen. Solche Erwartungen können damit ein wichtiger Einfluss darauf sein, wie viel

Mühe und Aufwand ein Individuum in die Durchführung einer Aktivität stecken wird (vgl. Bandura, 1977). Ein interessantes Beispiel für eine niedrige Selbstwirksamkeitserwartung sind etwa Resignation, Apathie oder erlernte Hilflosigkeit, wie in Abschnitt 2.6.3 bezüglich der Datenpraktiken in Interaktionen mit digitalen Anwendungen berichtet, woraus der Wunsch mehr Kontrolle zu übernehmen eher nicht entsteht. Selbstwirksamkeit ist von den Erwartungen zu den Ergebnissen der Aktivität (Outcome Expectations) abzugrenzen, da es bei der Selbstwirksamkeit im Wesentlichen um die Durchführung der Aktivität geht und weniger um das Ergebnis, das nach erfolgreicher Durchführung der Aktivität eintritt (Bandura, 1997, S. 21ff.). Somit ist die Selbstwirksamkeit hinsichtlich der Initiierung der Aktivität von besonderem Interesse. Für die Entwicklung einer Selbstwirksamkeit tragen beispielsweise Erfolgserfahrungen zu der betrachteten Aktivität oder auch Beobachtungen zu Erfolgen von anderen Personen in dieser Aktivität bei (vgl. Bandura, 1977). Anzumerken ist weiterhin, dass Selbstwirksamkeitserwartungen nach Bandura auf bestimmte Kontexte und Aktivitäten bezogen werden (Bandura, 1997, S. 42). Die Selbstwirksamkeit von Individuen zeigte sich in Studien als Einflussfaktor für die Entscheidungen und das Verhalten von Individuen, sodass es eine Vorhersage für die Anstrengung, Engagement und den Erfolg bei der betrachteten Aktivität oder Handlung angesehen werden kann (z.B. Bandura, 1997; Schunk et al., 2016).

Neben der Erwartungskomponente wird im Erwartungs-Wert Modell die *Wertkomponente* beschrieben. Wie Wigfield und Eccles (2023) zusammenfassen, umfasst diese Komponente im Wesentlichen vier Aspekte: Intrinsic Value (intrinsischer Wert oder auch Interesse), Attainment Value (Wichtigkeit), Utility Value (Nützlichkeit) und Cost (Kosten oder Aufwand) (siehe auch: Eccles et al., 1983; Wigfield & Eccles, 2000). Diese werden nachfolgend kurz zusammengefasst, für ausführlichere Diskussionen dazu sei etwa auf Wigfield und Eccles (2000, 2023) verwiesen.

- Der *intrinsische Wert* bezieht sich auf die Freude, die das Individuum von der Aktivität erwartet (vgl. Wigfield & Eccles, 2023). Dieser Aspekt steht im Zusammenhang mit der intrinsischen Motivation aus dem genannten Ansatz der Selbstbestimmungstheorie (siehe: Deci & Ryan, 2000) und hat Überschneidungen zu Interesse (vgl. Wigfield & Eccles, 2000).
- Mit der *Wichtigkeit* wird ein Bezug zur persönlichen Bedeutung der Aktivität hergestellt, wobei dies auch mit Identitätsfragen zusammenhängt (vgl. Wigfield & Eccles, 2023).
- Die *Nützlichkeit* beschreibt den erwarteten Beitrag der Aktivität zu den persönlichen Plänen und Zielen (vgl. Wigfield & Eccles, 2023). Da die Nützlichkeit nicht auf die Aktivität selbst bezogen wird, sondern extrinsische Gründe umfasst, hängt die Nützlichkeit auch mit der extrinsischen Motivation aus dem genannten Ansatz der Selbstbestimmungstheorie zusammen (siehe: Deci & Ryan, 2000).
- Der Aspekt der *Kosten* kann sich unterschiedlich ausprägen, wie etwa durch den nötigen Aufwand für die Aktivität, die Einschränkung durch die Aktivität (z.B. weil andere Aufgaben dann nicht bearbeitet werden können) oder auch emotionale Kosten (z.B. hinsichtlich Ängsten oder Misserfolgen) (vgl. Eccles et al., 1983).

Bei diesen vier Aspekten wirken sich der intrinsische Wert, die Wichtigkeit und die Nützlichkeit positiv auf die Motivation aus, wohingegen sich die Wahl und Bereitschaft für die

betrachtete Aktivität durch die Kosten verringern (vgl. Wigfield & Eccles, 2023). Es sei darauf hinzuweisen, dass in diesem Erwartungs-Wert Modell neben den beiden genannten Komponenten ebenfalls weitere Einflussfaktoren beschrieben werden, wie beispielsweise der situative und soziale Kontext des Individuums, die an dieser Stelle jedoch nicht näher behandelt werden (vgl. Wigfield & Eccles, 2023).

Wie bereits zuvor beschrieben, spielt neben der Motivation insbesondere auch die Intention des Individuums eine Rolle für die Initiierung und Durchführung von Handlungen, sodass nachfolgend ebenfalls das Konzept der Intention näher beleuchtet wird.

Intention: Zur Anknüpfung an die Literatur und die diskutierten Ansätze wird der Begriff der Intentionen verwendet, der an dieser Stelle als Absichten oder Vorsätze verstanden werden kann. In diesem Abschnitt werden Intentionen immer auf Handlungen bezogen. Intentionen werden oft als ein relevanter Prädiktor für das Verhalten beziehungsweise die Handlungen eines Individuums angesehen (z.B.: Ajzen, 1991; Gollwitzer, 1993; Sheeran, 2002), gleichwohl daran auch Kritik geübt wird, was unter anderem mit der Intention-Behavior Gap bezeichnet wird (z.B.: Sheeran, 2002). Als negative Einflussfaktoren für einen solchen Zusammenhang zwischen formulierten Intentionen und den konkreten Handlungen können beispielsweise die zeitlichen Abstände zwischen Intention und Handlung, die eigene Verhaltenskontrolle, situative und kontextuelle Hürden oder auch Konflikte mit anderen Intentionen beobachtet werden (vgl. Sheeran, 2002). Ajzen (1985) argumentiert diesbezüglich zum Beispiel, dass hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen einer Intention und der betrachteten Handlung die volitionale Kontrolle eine wichtige Voraussetzung darstellt, da Intentionen etwa bei einer als mangelnd empfundenen Kontrollmöglichkeit nicht immer zum entsprechenden Verhalten führen. So kann das Potenzial zur Vorhersage der Handlungen eines Individuums bei eingeschränkter Freiwilligkeit der Handlungen begrenzt sein. Im Hinblick auf den Kontext dieser Arbeit kann das Beispiel der geschlossenen Systeme dieses Problem verdeutlichen (z.B. bei kommerziellen ddA). So können bei einem geschlossenen ddA die Handlungsmöglichkeiten des Nutzens im Sinne der Wechselwirkung und der Handlungsfähigkeit, also etwa zur Gestaltung und Anpassung des ddA auf Software-Ebene, eingeschränkt sein (siehe Abschnitte 4.3.5 und 4.2.3). Dies könnte dann zu einer Hürde zwischen Intentionen und Handlungen führen. Wenn etwa ein Individuum die Intention hat, das ddA an die eigenen Bedürfnisse hinsichtlich der Datenpraktiken zu verändern, könnten diese Handlungen womöglich nur eingeschränkt umgesetzt werden, sodass diese Intention keine adäquate Vorhersage für das Verhalten liefern würde. Für die Operationalisierung in diesem Zyklus wird allerdings die Intention auf die Handlung der Auseinandersetzung mit der Rolle der Daten bezogen, was auch bei geschlossenen Systemen möglich ist.

Für Intentionen gibt es verschiedene Typen, die diskutiert werden. Abzugrenzen sind dabei etwa die Goal Intentions (Absichten und Ziele für bestimmte Handlungen) und die Implementation Intentions (Vorsätze für die Durchführung bestimmter Handlungen), wobei sich Ersteres auf Handlungsabsichten und Letzteres konkret auf die Umsetzung dieser Handlung in bestimmten Situationen fokussiert (vgl. Gollwitzer, 1993). Sheeran vergleicht dies treffend als: „Whereas behavioral intentions have the form ‘I intend to do X’, implementation intentions involve propositions of the form, ‘I intend to do X in situation Y’“, (Sheeran, 2002, S. 12). Die Implementation Intentions versuchen also den Zusammenhang zwischen Intentionen und den betrachteten Handlungen zu stärken und

sollen somit weniger anfällig für eine Intention-Behavior Gap sein als die allgemeineren Zielintentionen, bei denen dies häufiger der Fall zu sein scheint (vgl. Gollwitzer & Sheeran, 2006), was durch empirische Experimente gestützt wird (siehe z.B. die Meta-Analyse in: Sheeran, 2002). Mit dieser Art der Intentionen soll demnach „a certain goal-directed behavior with an anticipated situational context“, (Gollwitzer, 1993, S. 152) verknüpft werden. Es geht also um den Plan, in einer spezifischen Situation ein Ziel umzusetzen, also eine bestimmte Handlung durchzuführen (vgl. Gollwitzer, 1993) (siehe auch: Gollwitzer & Sheeran, 2006). Mit einer Implementation Intention bekennt sich ein Individuum dazu, in einer bestimmten Situation das zuvor gewählte Ziel umzusetzen, also eine bestimmte Handlung durchzuführen. Zum Beispiel könnte eine spezifische Situation, wie das Nutzen bestimmter ddA, betrachtet werden, wozu das Individuum die Implementation Intention formuliert, sich in dieser Situation mit der Rolle von Daten auseinanderzusetzen. So werden Implementation Intentionen oft auch in der Form von Wenn-Dann Plänen beschrieben, die spezifizieren, wann, wo und wie das entsprechende Ziel beziehungsweise die Handlung realisiert werden soll (Gollwitzer, 1993; Gollwitzer & Sheeran, 2006). Ein Beispiel dafür könnte sein, sich bei der nächsten Nutzung eines konkreten ddA mit der Rolle von Daten beschäftigen zu wollen. Mit solchen Konkretisierung der Intention als situationsbezogener Plan soll nach Gollwitzer (1993) die Hürde verringert werden, in diesen Situationen tatsächlich die Handlung umzusetzen, da – wie er es beschreibt – mit den spezifischen Plänen die betrachteten Handlungen im Sinne eines geplanten Schemas für die jeweilige Situation „automatisiert“, werden und somit eher umgesetzt werden. Im Gegensatz zu den Intentionen beim Ansatz der Theory of Planned Behavior (Ajzen, 1991), fokussieren Implementation Intentions somit die Umsetzung von Handlungen und weniger das Entstehen von Absichten, wie Gollwitzer (1993) einordnet.

Verschiedene Studien zeigen vielversprechende Ergebnisse für Implementation Intentions, etwa dazu, dass Personen, die Implementation Intentions zu einer Handlung formuliert haben, ihre Ziele häufiger erreichen und die entsprechenden Handlungen eher umsetzen (siehe z.B. Studien beschrieben oder zusammengefasst in: Ajzen et al., 2009; Gollwitzer, 1993; Gollwitzer & Sheeran, 2006; Sheeran, 2002). Demnach sollen einerseits das Formulieren von Implementation Intentions positive Wirkungen auf die spätere Umsetzungen von Handlungen haben und andererseits als gute Vorhersagen für das tatsächliche Verhalten des Individuums dienen. Ergänzend dazu konnte eine Meta-Analyse zu verschiedenen Studien, in denen (unter anderem) der Zusammenhang zwischen Intentionen und Verhalten untersucht wurde, aufzeigen, dass Veränderungen hinsichtlich der Intentionen von Individuen oft auch zu Veränderungen im Verhalten der Personen führen können, wenn auch die Verhaltensänderungen teilweise nur mit kleinen Effektgrößen festgestellt werden (Webb & Sheeran, 2006).

Das bereits diskutierte Rubikonmodell ordnet die Rolle von Intentionen zwischen motivationalen Handlungsphasen und der Umsetzung der Handlungen ein (siehe z.B.: Heckhausen, 1987; Heckhausen & Gollwitzer, 1987). Für den Zusammenhang zwischen Motivationen und Intentionen haben Studien gezeigt, dass Motivationen die entsprechenden Intentionen und so die Wahl der Handlungen vorhersagen kann (siehe: Wigfield & Cambria, 2010), wobei andersherum eine Intention nicht notwendigerweise zu einer entsprechenden Motivation führt (vgl. Ajzen et al., 2009).

Ziel der Diskussion des Handlungsbegriffs und der Handlungstheorien beziehungsweise

-modelle in diesem Abschnitt war es, als Erweiterung der vorherigen theoretischen Konzeption von Datenbewusstsein eine theoretische Grundlage für die Operationalisierung zu schaffen. Die Frage dabei war, wie als Teil der Entwicklung einer Handlungsfähigkeit der Schüler:innen in alltäglichen Interaktionen mit ddA untersucht werden kann, ob sich Schüler:innen in ihrem Alltag mit ddA auseinandersetzen werden. Insgesamt zeigte die Diskussion, dass es für unterschiedliche Erklärungen für Handlungen von Individuen gibt und dass die Theorien und Modelle verschiedene Einflussfaktoren für menschliches Handeln beschreiben. Dabei zeigte sich vor allem, dass neben Wissen und Fähigkeiten als Voraussetzung ebenfalls Motivation und Intention relevante Einflussfaktoren für das Durchführen von Handlungen sind. Das bedeutet, dass entsprechendes Wissen und entsprechende Fähigkeiten sowie die Motivation und Intention, sich bei alltäglichen ddA mit der Rolle von Daten und der eigenen Rolle in diesen Interaktionen auseinanderzusetzen, Hinweise darauf geben, dass eine solche Auseinandersetzung mit ddA im Sinne Datenbewusstseins stattfindet – was somit auch Hinweise auf die Handlungsfähigkeit der Schüler:innen liefern kann. Für die Operationalisierung von Datenbewusstsein für diesen Zyklus werden somit neben dem Verständnis des Erklärmodells entsprechende Motivationen und Intentionen untersucht.

8.3.2 Hypothesenmodell für die Operationalisierung von Datenbewusstsein

Für die Operationalisierung in diesem Zyklus sollen, wie zuvor begründet, verschiedene Aspekte und deren Zusammenhänge integriert werden, um schließlich unter anderem die Wirkung des Lernens des Erklärmodells auf die Entwicklung einer Handlungsfähigkeit der Schüler:innen empirisch zu untersuchen. In der Diskussion zum theoretischen Hintergrund wurden dabei neben dem Verständnis des Erklärmodells die Rolle von Motivation und Intention für Handlungen hervorgehoben, wie etwa die Auseinandersetzung mit ddA in alltäglichen Interaktionen als Teil der Entwicklung einer Handlungsfähigkeit. Für das zu entwickelnde Messinstrument werden somit die vier folgenden Komponenten betrachtet.

- **Verständnis** der Rolle von Daten in Interaktionssystemen mit ddA in Orientierung an dem Erklärmodell für Datenbewusstsein, einschließlich der Anwendung des Erklärmodells auf alltägliche ddA
- **Motivation**, sich im Alltag mit der Rolle von Daten in Interaktionssystemen mit ddA auseinanderzusetzen
- **Implementation Intention**, sich im Alltag mit der Rolle von Daten in Interaktionssystemen mit ddA auseinanderzusetzen
- **Handlungsfähigkeit** im Sinne einer selbstbestimmten und mündigen Rolle in alltäglichen Interaktionen mit ddA im Gegensatz zu passiven und resignierten Rollen, was auf einem Verständnis und einer Reflexion eines Interaktionssystems mit einem ddA basiert

Im nächsten Abschnitt wird im Rahmen des Entwurfs des Fragebogens ausführlicher erläutert, wie diese vier Komponenten konkret gemessen und welche Skalen dazu verwendet werden (siehe Abschnitt 8.3.3). Zwischen den vier Komponenten bestehen verschiedene

Zusammenhänge, die in dieser Untersuchung im Rahmen des Ansatzes der Strukturgleichungsmodelle berücksichtigt und geprüft werden (siehe die Beschreibung dazu im Abschnitt 8.3.4). Die vier Komponenten sowie die Zusammenhänge zwischen diesen bilden dafür das Hypothesenmodell. Die verschiedenen Zusammenhänge werden im Folgenden aufbauend auf der vorherigen theoretischen Diskussion beschrieben, was letztlich zu dem Hypothesenmodell in Abbildung 8.1 führt. Insgesamt werden in diesem Zyklus zwischen den vier Komponenten fünf Zusammenhänge angenommen.

Motivation → Intention: In der Diskussion zur Motivation und Intention wurde festgehalten, dass sich Motivation auf die Zielauswahl (z.B. sich mit der Rolle von Daten auseinanderzusetzen) bezieht, während sich Implementation Intentions auf die Zielumsetzung in konkreten Situationen fokussiert (z.B. in Interaktionen mit ddA). Hinsichtlich der Forschung zu Motivation und Intention wird angenommen, dass Motivationen das Entwickeln von Intentionen vorhersagen können (siehe z.B.: Wigfield & Cambria, 2010) (siehe auch die Diskussion in Abschnitt 8.3.1).

Intention → Handlungsfähigkeit: Insgesamt sollen nach den Handlungstheorien und -modellen aus Abschnitt 8.3.1 Motivation und Intention, insbesondere bei den hier betrachteten Implementation Intentions, Hinweise darauf geben, ob Individuen die entsprechende Handlung ausführen werden. In diesem Fall können die Implementation Intentions entsprechend einen Hinweis darauf geben, ob sich die Schüler:innen in alltäglichen Interaktionen mit ddA häufiger mit der Rolle der Daten auseinandersetzen. In Orientierung an die theoretische Konzeption von Datenbewusstsein wird eine solche Aktivität dann als Teil der Handlungsfähigkeit verstanden (siehe Konzeption in Abschnitt 4.3.5). Somit wird in Anlehnung an die zuvor diskutierten Handlungstheorien und -modelle sowie die dazu berichtete Forschung davon ausgegangen, dass die Implementation Intentions zu einer Handlungsfähigkeit beitragen können (siehe Abschnitt 8.3.1). Im Hypothesenmodell wird also eine Beziehungskette von Motivation, Intention und Handlungsfähigkeit angenommen.

Verständnis → Motivation: Später wird die Motivation mithilfe des Erwartungs-Wert Modells modelliert. Hinsichtlich der Erwartung wird eine Überzeugung beschrieben, eine Aktivität erfolgreich durchzuführen (siehe z.B.: Wigfield & Eccles, 2000, 2023). Eine solche Erwartung kann unter anderem durch die eigenen Erfahrungen und Kenntnisse beeinflusst werden (siehe Diskussion dazu in Abschnitt 8.3.1), sodass insbesondere hinsichtlich der Erwartungskomponente eine Wirkung des Verständnisses auf die Motivation angenommen werden kann. Bezogen auf den Stand der Forschung bezüglich der resignierten Haltungen und empfundenen Handlungsunfähigkeit in Bezug auf Datenpraktiken in ddA wurden unter anderem mangelndes Verständnis oder auch Unsicherheit als Gründe für solche Haltungen diskutiert (siehe Abschnitt 2.6.3). Es kann also auch ein Einfluss des Verständnisses auf die Wertkomponente angenommen werden (z.B. hinsichtlich resignierter Einstellungen). Allerdings sollte angemerkt werden, dass die Studienlage diesbezüglich nicht sehr eindeutig ist, wie beispielsweise die Studie von Turow und Hennessy (2015) zeigte, wo mehr Wissen über Datenpraktiken teilweise mit mehr digitaler Resignation einhergeht. Die Ergebnisse der ersten beiden Zyklen sprechen allerdings dafür, dass mit den Interventionen ein Interesse geweckt und eine subjektive Bedeutsamkeit

vermittelt werden kann, was die Annahme eines Einflusses des Verständnisses auf die Wertkomponente stützt. Somit wird insgesamt ein Einfluss des Verständnisses auf die Motivation der Schüler:innen angenommen, wobei insbesondere die Erwartungskomponente hervorzuheben ist.

Verständnis → Intention: Die Ergebnisse der ersten beiden Zyklen deuten an, dass das Lernen über die Konzepte des Erklärmodells die Schüler:innen dazu anregen, sich nach dem Unterricht in ihren alltäglichen Interaktionen mit ddA häufiger mit der Rolle von Daten auseinanderzusetzen. Dies lässt sich als Bilden entsprechender Intentionen interpretieren, sodass der Zusammenhang angenommen wird, dass das Verständnis des Erklärmodells zu den entsprechenden Intentionen beitragen kann.

Verständnis → Handlungsfähigkeit: Weiterhin hat sich in dem zweiten Zyklus gezeigt, dass die Schüler:innen berichteten, dass ihnen das Gelernte aus dem Unterricht dabei hilft, ihre Interaktionen mit ddA zu verstehen, Handlungsmöglichkeiten zu finden und neue Perspektiven auf Interaktionssysteme mit ddA zu entwickeln (siehe beispielsweise Abbildung 7.3). Dies spricht für einen Beitrag zu einer Handlungsfähigkeit, wie sie in dieser Arbeit verstanden wird. Ergänzend dazu begründet das diskutierte Handlungsmodell von Tulodziecki, dass Verständnis eine Voraussetzung für eben jene Schritte des Erkennens und Abwägens von Handlungsmöglichkeiten und darauf aufbauend die Wahl und Durchführung von Handlungen darstellt (siehe z.B.: Tulodziecki, 2011; Tulodziecki et al., 2019). Somit ist – in Orientierung an die Zielsetzungen von Datenbewusstsein – anzunehmen, dass das Verständnis des Erklärmodells zur Entwicklung der Handlungsfähigkeit beiträgt.

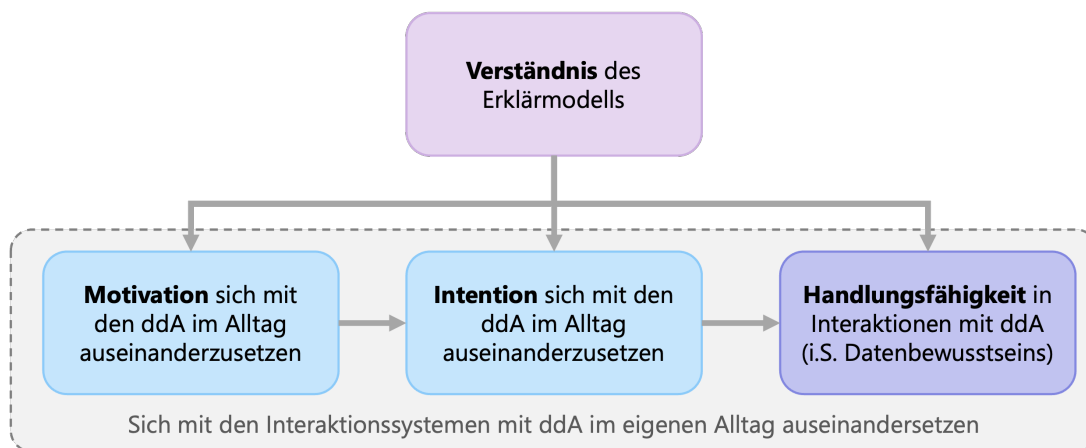


Abbildung 8.1: Hypothesenmodell mit vier Komponenten und deren Zusammenhängen, das als Grundlage für den Fragebogen dieses Zyklus dient und in der Evaluation des Fragebogens überprüft wird

Mit der Operationalisierung anhand dieser vier Komponenten im Hypothesenmodell werden verschiedene Bereiche adressiert: Das Verständnis entspricht einer kognitiven Ebene, umfasst dabei sowohl Wissens Elemente als auch Fähigkeiten, die Motivation und Intention betreffen eine affektive Ebene und die Handlungsfähigkeit schließlich eine behaviorale Ebene. Diese drei Ebenen sind in dem Hypothesenmodell in Abbildung 8.1 entsprechend farblich markiert.

8.3.3 Entwurf des Fragebogens

Basierend auf dem Hypothesenmodell wird für diesen Zyklus ein Fragebogen entwickelt. Dementsprechend umfasst dieser vier Teile und einen kurzen ergänzenden Teil mit einer Abfrage persönlicher Informationen der Schüler:innen. Der Fragebogen besteht somit insgesamt aus fünf Abschnitten. In Abbildung 8.2 ist ein Überblick über die Struktur des Fragebogens gegeben. Nachfolgend werden die Fragebogenteile näher beschrieben. Die Entwicklung des Fragebogens und dessen Items orientierte sich an entsprechenden Hinweisen aus der Literatur (z.B.: Döring & Bortz, 2016; Moosbrugger & Kelava, 2020), wie etwa im Hinblick auf Empfehlungen zur sprachlichen Gestaltung von Items (siehe: Döring & Bortz, 2016, S. 410). In Tabelle 8.1 werden Beispielitems für die Teile des Fragebogens gegeben. Der vollständige Fragebogen ist im Abschnitt E.1 zu finden.

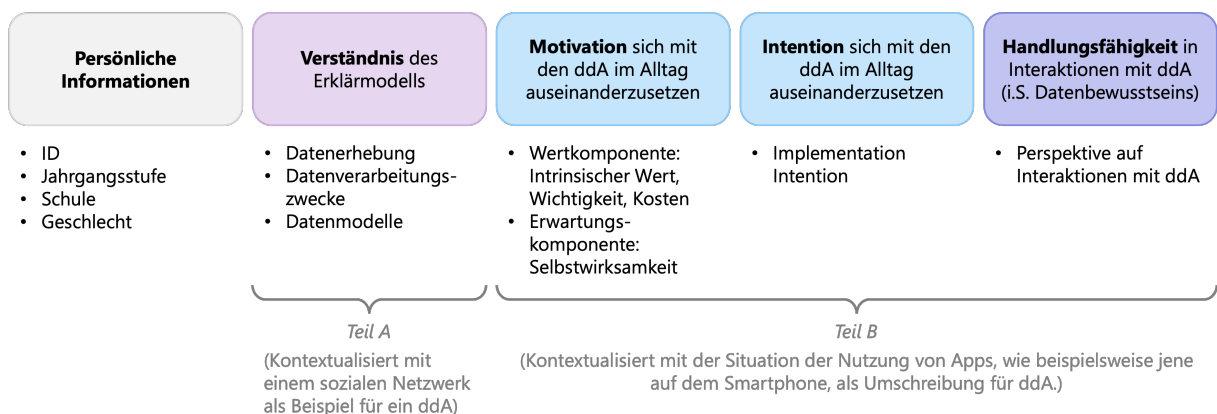


Abbildung 8.2: Überblick über die Struktur des Fragebogens mit vier Teilen orientiert am Hypothesenmodell und einem ergänzenden Teil zur Abfrage persönlicher Informationen

Persönliche Informationen Am Beginn des Fragebogens findet eine Abfrage einer pseudonymen Identifikationsnummer (ID) statt, mit der eine Zuordnung von Pre- und Posttestdaten möglich wird. Zusätzlich ist eine Abfrage der Jahrgangsstufen und der Schule notwendig, um die Zuordnung der Daten zu den jeweiligen Lehrkräften zu ermöglichen, da bei der Durchführung der Studie in diesem Zyklus mehrere Klassen verschiedener Schulen in einem ähnlichen Zeitraum an der Studie teilnehmen. Ergänzend wird das Geschlecht der Schüler:innen abgefragt.

Kontextualisierung der Items Wie bereits im Fragebogen aus dem ersten Zyklus und in den Interviews aus dem zweiten Zyklus umgesetzt, werden die Items in diesem Fragebogen ebenfalls anhand von Alltagssituationen mit ddA kontextualisiert. Dabei werden exemplarische Interaktionen mit ddA betrachtet, ähnlich wie in den vorherigen empirischen Untersuchungen oder auch in den Unterrichtsvorhaben. Das bedeutet, die Items knüpfen an Interaktionskontexte aus dem Alltag der Schüler:innen an. Dies ermöglicht einerseits, die Verknüpfung der gelernten Konzepte aus dem Unterricht mit alltäglichen Interaktionskontexten zu berücksichtigen, was eine der Herausforderungen in der Förderung von Datenbewusstsein darstellt (siehe bezüglich dieser Herausforderungen Abschnitt 2.6.4). Andererseits können so auch die alltäglichen Perspektiven und Erfahrungen der

Tabelle 8.1: Beispielitems des Fragebogens für die Datenerhebung und -verarbeitung (DEV), Datenmodelle (DM), intrinsischer Wert (IW), Wichtigkeit (WKT), Kosten (KST), Selbstwirksamkeit (SW), Implementation Intention (IT) und Handlungsfähigkeit (HFKT)

Itemcode	Beispielitems	Antwortformat
DEV1	SocialNet würde Daten über dich erheben und verwenden. Notiere, welche Daten SocialNet vermutlich über dich erhebt.	Freitext
DM3	Ein digitaler Doppelgänger kann sensible Daten enthalten, auch wenn SocialNet diese Daten von mir gar nicht bekommen hat.	Single-Choice (richtig, falsch, weiß ich nicht)
IW2	Wenn ich mich bei einer App mit der Erhebung und Verwendung von Daten beschäftige, macht mir das Spaß.	Siebenstufige Likert-Skala
WKT4	Wenn ich mich bei einer App mit der Erhebung und Verwendung von Daten beschäftige, ist es mir wichtig, etwas darüber herauszufinden.	Siebenstufige Likert-Skala
KST5	Mich bei einer App mit der Erhebung und Verwendung von Daten zu beschäftigen ist mir zu viel Aufwand.	Siebenstufige Likert-Skala
SW2	Wenn ich mich bei einer App mit der Erhebung und Verwendung von Daten beschäftige, wäre ich mir sicher herauszufinden, welche Daten die App während ich sie nutze nebenher über mich erhebt.	Siebenstufige Likert-Skala
IT2	Wenn ich das nächste Mal eine App auf meinem Handy nutze, werde ich mich damit beschäftigen, welche Daten diese Apps über mich erhebt und wofür sie diese verwendet.	Siebenstufige Likert-Skala
HFKT	Stelle dir folgende Situation vor: Du kennst jemanden, der sein erstes Smartphone bekommt. Welche Tipps würdest du geben, in welchen Situationen man sich bei Apps mit der Erhebung und Verwendung von Daten beschäftigen sollte?	Freitext

Anmerkung: Aufgrund der Anzahl der Items werden hier nur Beispielitems genannt. Die vollständige Liste der Items ist im Abschnitt E.1 zu finden.

Schüler:innen aufgegriffen werden, insbesondere im Hinblick auf den Pretest. Ein weiterer Grund ist, dass die Verwendung des abstrakten Begriffs der ddA oder alternativ KI-Systeme oder ML-Anwendungen für die Schüler:innen möglicherweise unbekannt oder sie verstanden werden; wovon nach Ergebnissen aus verschiedenen Studien auszugehen ist, die ein unzureichendes Verständnis dieser Begriffe und Fehlvorstellungen berichten (z.B.: Mertala & Fagerlund, 2024; Mertala et al., 2022; Mühling & Große-Bölting, 2023).

Im Alltag nutzen viele Schüler:innen verschiedene Apps auf mobilen Endgeräten wie Smartphones, sodass sie mit der Situation der Nutzung von Apps vertraut sein sollten (vgl. Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest, 2024, 2025). Eine solche Situation erscheint daher als geeigneter Interaktionskontext für den Fragebogen. Die Items für die Komponenten der Motivation, Intention und Handlungsfähigkeit werden daher auf die Nutzung von Apps bezogen. Nun könnte die Frage aufgeworfen werden, ob alle Apps auch als ddA gelten, was verneint werden kann. Nichtsdestotrotz sind in zahlreichen Ap-

ps Datenpraktiken und datengetriebene Methoden wiederzufinden, sodass dies sinnvoller erscheint, als einen Begriff zu nutzen, den die Schüler:innen nicht kennen.

Bezogen auf die Items zum Verständnis des Erklärmodells soll teilweise gemessen werden, ob die Schüler:innen die Konzepte des Erklärmodells auf ein Beispiel für ein ddA aus ihrem Alltag anwenden können, was eine konkretere Eingrenzung auf bestimmte ddA erfordert. Im ersten Zyklus wurde im Fragebogen die Nutzung einer Messenger-App und im zweiten Zyklus in den Interviews die Nutzung einer Suchmaschine als Kontext gewählt. Für diesen Fragebogen wird ein anderer Kontext verwendet, in dem mehr Merkmale zu den Konzepten aus dem Erklärmodell abgedeckt werden können. So wurde die Interaktion mit sozialen Netzwerken als Beispielkontext gewählt, bei denen oft Personalisierungen als Beispiel datengetriebener Funktionen zu finden sind (z.B. bei angezeigten Beiträgen). Die Items zum Verständnis des Erklärmodells knüpfen an diesen Beispielkontext an. Dazu wird im Fragebogen eine Beschreibung einer Nutzungssituation eines fiktiven sozialen Netzwerks gegeben, in der verschiedene Funktionen beschrieben werden, wie etwa das Anzeigen von Beiträgen anderer Personen. Mit der Fokussierung auf diese Art der ddA können die Items dieses Fragebogenteils konkreter formuliert werden, als es allgemein für die Nutzung von Apps möglich wäre.

Verständnis des Erklärmodells Dieser Teil des Fragebogens soll das Verständnis der Schüler:innen hinsichtlich des Erklärmodells für Datenbewusstsein abfragen und stellt somit einen Leistungstest dar. Dabei geht es nicht nur um Wissen über die Konzepte des Erklärmodells, sondern auch um die Fähigkeit, das Wissen auf ein Interaktionssystem mit einem ddA anwenden zu können. In Orientierung an den Konzepten des Erklärmodells für Datenbewusstsein werden drei inhaltliche Bereiche aufgegriffen: (1) Arten der Datenerhebung, (2) Typen von Zwecken der Datenverarbeitung und (3) Datenmodelle über Nutzende.

Für die ersten beiden Bereiche werden die Erfahrungen aus den ersten beiden Zyklen genutzt. Dort wurde das Verständnis mithilfe offener Items untersucht, in denen Schüler:innen zu einem gegebenen Beispiel die Datenerhebung und -verarbeitung beschreiben sollten (siehe Abschnitte 6.3.4 und 7.3.4). Diese Items haben sich dort als hilfreich erwiesen, um die Perspektiven der Schüler:innen auf die Datenerhebung und -verarbeitung zu untersuchen und zu überprüfen, ob sie nach den Interventionen eine differenziertere Perspektive einnehmen. Dieser Ansatz für das Messen des Verständnisses hinsichtlich dieser beiden Konzepte wird auch in diesem Fragebogen erneut aufgegriffen. Als Alternative hätte eine Operationalisierung mittels geschlossener Fragen stattfinden können, wozu allerdings das Risiko einer Verzerrung durch Raten besteht. Somit wird durch diese beiden Aspekte erfasst, ob die Schüler:innen die beiden Arten der Datenerhebung sowie beide Typen der Zwecke der Datenverarbeitung in einem gegebenen Beispiel erkennen und beschreiben können. Dies gibt dann einen Hinweis darauf, ob sie ein Verständnis von diesen Konzepten haben.

Hinsichtlich des dritten Konzepts der Datenmodelle über Nutzende werden weitere Items ergänzt, die auf der Grundidee eines Leistungstests beruhen, bei dem die Items von den Schüler:innen beantwortet werden und die Antworten als richtig oder falsch bewertet werden können (vgl. Döring & Bortz, 2016, S. 453ff.). Die Charakterisierung der Interaktionssysteme mit ddA in Abschnitt 4.2 hat gezeigt, dass die Konstruktion und Verwendung von Datenmodellen über Nutzende durchaus komplex ist und viele Charakteristiken ab-

geleitet werden können. In Anlehnung daran wurden verschiedene Merkmale ausgewählt und damit entsprechende Items als Wissensabfragen formuliert. Dafür wurde ein iterativer Prozess des Entwerfens von Items und deren Diskussion mit anderen Forschenden durchgeführt, um die Inhaltsvalidität der Items zu erhöhen. In den Itemformulierungen wird der Begriff des digitalen Doppelgängers anstelle des komplizierteren Begriffs der Datenmodelle verwendet (beide Begriffe werden in dieser Arbeit synonym verstanden). Dies orientiert sich am Vorgehen in den Unterrichtsvorhaben. Insgesamt wurden so 17 geschlossenen Items mit Aussagen zu Datenmodellen über Nutzende formuliert, ergänzt durch ein Item zur Angabe, dass die Schüler:innen keine Vorstellung zu dem Begriff der digitalen Doppelgänger haben. Diese Items werden von den Schüler:innen mit „richtig“, „falsch“, oder „weiß ich nicht“, bewertet. Dabei stellen manche Items korrekte und manche falsche Aussagen dar.

Motivation zur Auseinandersetzung mit ddA Für den Teil zur Motivation wird, wie bereits zuvor erwähnt, das Erwartungs-Wert Modell als Grundlage für die Operationalisierung verwendet (siehe z.B.: Eccles et al., 1983; Wigfield & Eccles, 2000, 2023) (siehe Abschnitt 8.3.1). Dieser Fragebogenteil umfasst somit Items zur Wertkomponente sowie zur Erwartungskomponente von Motivation. Wie zuvor diskutiert, betreffen die beiden Komponenten jeweils verschiedene theoretische Konzepte, von denen jeweils eine Auswahl berücksichtigt wird. Aufgrund der inhaltlichen Bedeutsamkeit der verschiedenen Konzepte wurden für diesen Fragebogen die nachfolgenden Konzepte integriert:

- *Wertkomponente:* (a) Intrinsischer Wert, (b) Wichtigkeit und (c) Kosten im Sinne des Aufwands
- *Erwartungskomponente:* Selbstwirksamkeit

In der Motivationsforschung existieren bereits einige validierte Skalen, sodass in diesem Fragebogenteil – sofern möglich – solche Skalen adaptiert werden. Die Messung der genannten Konzepte wird nachfolgend beschrieben. Die Items werden, wie bereits beschrieben, kontextualisiert, indem die Situation der Nutzung einer App und der Auseinandersetzung mit der Erhebung und Verarbeitung von Daten durch die App betrachtet wird.

Das Konzept des intrinsischen Wertes ist dem Konstrukt der intrinsischen Motivation ähnlich, da sich beide auf das Ausführen einer Aktivität beziehen, die durch Interesse und Freude motiviert ist (vgl. Wigfield & Eccles, 2000). Für dieses Konstrukt gibt es eine validierte Skala mit mehreren Subskalen zu verschiedenen Faktoren der intrinsischen Motivation, unter anderem eine Subskala zu Interesse und Freude. Diese Subskala, bestehend aus sieben Items mit einem Likert-Skala Antwortformat, wird in diesem Fragebogen verwendet, um den intrinsischen Wert zu erfassen (siehe: Center For Self-Determination Theory, n. d.). Die Validierung dieser Skala wurde unter anderem von Markland und Hardy (1997) und McAuley et al. (1989) vorgestellt. Gemäß der Empfehlungen zu dieser Skala und der gegebenen Beispiele für die Umsetzungen in konkreten Studien wurden die Items hinsichtlich der hier betrachteten Aktivität angepasst (siehe: Center For Self-Determination Theory, n. d.).

Die zuvor genannte validierte Skala enthält separat eine ergänzende Subskala zur Wichtigkeit (vgl. Center For Self-Determination Theory, n. d.). Diese wurde für das Konzept der wahrgenommenen Wichtigkeit adaptiert. Dabei handelt es sich um fünf Items,

ebenfalls mit einer Likert-Skala als Antwortformat. Diese werden ebenfalls für die im Fragebogen betrachtete Aktivität angepasst. Dabei wurden die Empfehlungen und andere gegebene Beispiele für die Umsetzungen in Studien berücksichtigt (siehe: Center For Self-Determination Theory, n. d.).

Für das Konzept der Kosten wird an dieser Stelle eine Abfrage hinsichtlich des empfundenen Aufwands integriert (Eccles et al., 1983, vgl.). Mit diesem Faktor sollen Haltungen der Schüler:innen Berücksichtigung finden, wie etwa Resignation oder ähnliche Einstellungen (siehe Abschnitt 2.6.3). Für das Konzept der Kosten haben zum Beispiel Flake et al. (2015) eine Skala entwickelt, die verschiedene Subskalen umfasst. Die Subskala bezogen auf den Aufwand zu einer Aktivität wird für diesen Fragebogen adaptiert (siehe Faktor zur Task Effort Cost in der finalen Skala: Flake et al., 2015, S. 241). Somit wurden fünf Items adaptiert, die ebenfalls hinsichtlich der betrachteten Aktivität angepasst wurden.

Hinsichtlich des Konzepts der Selbstwirksamkeit wurden eigene Items entwickelt. Auch wenn es bereits einige Skalen zu Selbstwirksamkeit gibt, decken diese nicht die inhaltliche Ausrichtung ab, die für diesen Fragebogen erforderlich ist. Selbstwirksamkeit bezieht sich hier darauf, ob sich die Schüler:innen sicher wären, die Rolle von Daten in einer App im Hinblick auf die verschiedenen Aspekte des Erklärmodells zu verstehen, wenn sie sich damit bei einer App auseinandersetzen. Somit werden die Items zur Selbstwirksamkeit an den Konzepten des Erklärmodells ausgerichtet. Für die Entwicklung der Items wurden die Empfehlungen von Bandura (2006) herangezogen. Damit wurden sechs Items entwickelt, die jeweils unterschiedliche Konzepte des Erklärmodells abdecken.

Um den kognitiven Aufwand nicht durch häufigen Wechseln des Antwortformats zu erhöhen (siehe: Döring & Bortz, 2016, S. 410), also beispielsweise durch unterschiedliche lange Likert-Skalen, wurde einheitlich für alle Items zur Motivation eine Bewertung der Zustimmung auf einer sieben-stufigen Likert-Skala von (1) „trifft gar nicht zu“, bis (7) „trifft voll und ganz zu“, erfasst. Vor dem Hintergrund des Alters der Schüler:innen wurde eine ungerade Anzahl von Antwortmöglichkeiten gewählt, sodass sie eine Mitte auswählen können.

Intention zur Auseinandersetzung mit ddA Wie bereits erläutert, soll in einem Fragebogenteil die Intention, sich im Alltag mit den ddA auseinanderzusetzen, erfasst werden. In der vorherigen Diskussion zur Implementation Intention wurde diskutiert, dass diese das betrachtete Verhalten oft vorhersagen können (siehe Abschnitt 8.3.1). Solche Implementation Intentions werden in der Regel als Wenn-Denn Aussagen formuliert oder es wird die Zustimmung zu solchen Aussagen bewertet (vgl. Gollwitzer & Sheeran, 2006). Mit solchen Items lassen sich Hinweise darauf finden, ob die Schüler:innen die betrachteten Handlungen in Zukunft durchführen werden. Da für Datenbewusstsein keine entsprechenden validierten Messinstrumente für Intentionen existieren, wurden eigene Items formuliert. In der Literatur werden für Implementation Intentions zu spezifischen Handlungen zwei oder drei Items empfohlen (vgl. Fishman et al., 2020). Somit wurden für diesen Fragebogen zwei Items im Format der Wenn-Dann Aussagen erstellt. Zu diesen Items geben die Schüler:innen ihre Zustimmung auf einer siebenstufigen Likert Skala an, die von (1) „werde ich sicher nicht machen“, bis (7) „werde ich sicher machen“, reicht.

Handlungsfähigkeit in Interaktionen mit ddA Das Verhalten der Schüler:innen in ihren alltäglichen Interaktionen mit ddA zu beobachten und zu untersuchen ist schwierig,

sodass für diesen Fragebogenteil das Ziel besteht, Hinweise auf eine Handlungsfähigkeit der Schüler:innen im Sinne Datenbewusstseins zu finden – beispielsweise als Gegensatz zu den beschriebenen Gefühlen der Machtlosigkeit oder resignierten Haltungen (siehe Abschnitt 2.6.3). Es sollte an dieser Stelle angemerkt werden, dass die theoretische Konzeption der selbstbestimmten, mündigen und verantwortungsvollen Handlungsfähigkeit im Konzept Datenbewusstsein (siehe Abschnitt 4.3.5) unter anderem auf den Erkenntnissen dieses Zyklus aufbaut und zum Zeitpunkt der Operationalisierung für diesen Zyklus noch nicht so klar war, wie es nun in der vorliegenden Arbeit dargestellt ist. Da eine einheitliche Operationalisierung von Handlungsfähigkeit oder auch Agency und Empowerment in der Forschung fehlt (insbesondere im Sinne der Perspektiven von Datenbewusstsein), ist unklar, wie sich solche Konstrukte in (quantitativen) Messinstrumenten sinnvoll erfassen lassen. Daher wurde entschieden, dass ein offenes Item erstellt wird, das es ermöglichen soll, die Perspektiven der Schüler:innen auf ihre Interaktionen mit ddA zu erfassen und daraus Hinweise auf ihre Handlungsfähigkeit im Sinne Datenbewusstseins abzuleiten. Die Antworten könnten beispielsweise darauf hinweisen, dass sich Schüler:innen in ihren Interaktionen mit ddA als handlungsunfähig oder resigniert wahrnehmen oder dass sie informierte und reflektierte Rollen in solchen Situationen einnehmen. Schüler:innen direkt zu ihrem Verhalten in Interaktionen mit ddA zu befragen, kann jedoch unter anderem hinsichtlich dem Effekt der sozialen Erwünschtheit problematisch sein, wie etwa auch Phänomene wie das Privacy Paradox vermuten lassen würden (siehe: Acquisti, 2004; Barnes, 2006; Norberg et al., 2007). Deshalb wurde für dieses offene Item eine Kontextualisierung gewählt, bei der die Schüler:innen gefragt werden, jemandem anderen Tipps bezogen auf die Auseinandersetzung mit der Erhebung und Verarbeitung von Daten bei der Nutzung von Apps zu geben. Dadurch sollen Hinweise zu ihren Perspektiven auf solche Interaktionen und die Auseinandersetzung mit der Rolle von Daten untersucht werden, ohne dass sie ihr eigenes Verhalten bewerten müssen.

Zusammenfassend umfasst der Fragebogen Items zu den vier inhaltlichen Komponenten der zuvor beschriebenen Operationalisierung, wie sie im aufgestellten Hypothesenmodell dargestellt sind: Verständnis des Erklärmodells, Motivation, Intention und Handlungsfähigkeit (siehe Abschnitt 8.3.2). Mit diesen Komponenten werden verschiedene Aspekte auf affektiven, behavioralen und kognitiven Ebenen für Datenbewusstsein operationalisiert. Wesentliche Merkmale des Fragebogens sind, dass die Items in Orientierung an Interaktionssystemen mit ddA aus dem Alltag der Schüler:innen kontextualisiert sind und insgesamt verschiedene Arten von Items integriert wurden, von geschlossenen Leistungstest-Items, offenen Abfrage zu Sichtweisen der Schüler:innen bis hin zu geschlossenen Abfragen zur Einstellung beziehungsweise Zustimmung zu gegebenen Aussagen. Sofern möglich, wurden im Fragebogen vorhandene und validierte Skalen adaptiert. Im Folgenden wird nun die Evaluation des Fragebogens beschrieben, bevor dieser als Instrument in der anschließend beschriebenen Untersuchung dieses Zyklus verwendet wird.

8.3.4 Methodik zur Evaluation des Fragebogens

Vorgehen

Während des Entwurfs des Fragebogens wurden mehrere Experten zur Einschätzung der Items konsultiert. Der Fragebogen soll in der Studie dieses Zyklus für Schüler:innen in den

Jahrgangsstufen 6 bis 10 eingesetzt werden. Folglich sollte die Evaluation des Fragebogens ebenfalls mit Teilnehmenden in diesem Alter stattfinden. Vor der Datenerhebung wurde eine Pilotierung des Fragebogens mit einem Fokus auf das Prüfen der Verständlichkeit für junge Schüler:innen durchgeführt. Diese war in drei Phasen unterteilt: (1) Zunächst wurde ein Thinking-Aloud mit einer Informatiklehrkraft durchgeführt, um Einschätzungen zur Verständlichkeit der Items zu bekommen (z.B. antizipierte Hürden durch bestimmte Formulierungsweisen). (2) Anschließend wurde ein Thinking-Aloud mit einer Schülerin der sechsten Klasse eines Gymnasiums aus der Zielgruppe der Studie durchgeführt. (3) Abschließend wurde der Fragebogen im Rahmen der Pilotierung des Studiendesigns der Studie dieses Zyklus getestet, was ebenfalls die Pilotierung des Vorgehens für die Studie im Abschnitt 8.4.1 darstellt. Während dieses mehrschrittigen Pilotierungsprozesses konnten mehrere Schwierigkeiten im Verständnis des Fragebogens aufgedeckt werden, etwa bestimmte Formulierungsweisen in Items oder die Beschreibung des Beispielkontextes im Fragebogen. Dies führte zu mehreren Überarbeitungen des Fragebogens. Dabei wurde ein Item zum intrinsischen Wert (Motivation) entfernt, da sich herausgestellt hat, dass dessen Formulierungsweise für junge Schüler:innen nur schwer verständlich ist. Als weitere Schwierigkeit konnte beobachtet werden, dass Schüler:innen teilweise Negierungen von Items nicht bemerkt oder verstanden haben. Daher wurden in selbst entwickelten Items negierte Formulierungen in Items weitestgehend vermieden, sodass sich diese im Wesentlichen auf die adaptierten Skalen beschränken (z.B. bei Subskalen zur Motivation). Bezüglich der Items zum Verständnis des Erklärmodells sind weiterhin falsche Aussagen enthalten, die an dieser Stelle nicht als negierte Items verstanden werden. Die im vorherigen Abschnitt dargestellten Items aus dem Fragebogenentwurf stellen das Itemset am Ende der Pilotierung dar.

Die anschließende Evaluation des Fragebogens ist Teil des Pre-Posttest Studiendesigns der Studie in diesem Zyklus, wie es später im Abschnitt 8.4.1 näher beschrieben wird. Dafür wurden Lehrkräfte aus dem Lehrkräftenetzwerk akquiriert, das im Rahmen dieses Dissertationsvorhabens aufgebaut wurde (siehe Baustein 1 im Vorgehen, z.B. in Abbildung 3.1). Diese Lehrkräfte nahmen entsprechend mit ihren Klassen an dem Vorhaben teil. Für das Vorgehen der Datenerhebung wurden die Lehrkräfte in vorherigen Gesprächen instruiert und haben ein Übersichtsblatt zum Ablauf der Datenerhebung erhalten. In ihren Klassen haben sie die Fragebögen in digitaler oder vereinzelt in analoger Form von den Schüler:innen ausfüllen lassen. Nach der Datenerhebung haben die Lehrkräfte eine Rückmeldung in schriftlicher Form oder in Gesprächen zu der Datenerhebung gegeben, was ebenfalls Teil der später vorgestellten Studie ist (siehe Abschnitt 8.4).

Anschließend haben die Lehrkräfte eine der beiden Unterrichtsinterventionen durchgeführt, was sich nach den Jahrgangsstufen der jeweiligen Klassen entscheidet: Das Unterrichtsvorhaben zu den Standortdaten für Klassen der Jahrgangsstufen 6 und 7, jenes zu Empfehlungsdiensten für Klassen der Jahrgangsstufen 8 bis 10. Nach der Unterrichtsintervention wurde der Fragebogen als Posttest erneut ausgefüllt. Einen Überblick zur Einordnung der Evaluation des Fragebogens in das Studiendesign dieses Zyklus wird in der Abbildung 8.3 dargestellt.

Teilnehmer:innen

Über die akquirierten Lehrkräfte konnten Schüler:innen aus 25 Klassen von insgesamt 17 Schulen, von denen 16 Schulen aus Nordrhein-Westfalen stammen und eine Schule aus der

8.3 OPERATIONALISIERUNG UND ENTWICKLUNG EINES MESSINSTRUMENTS

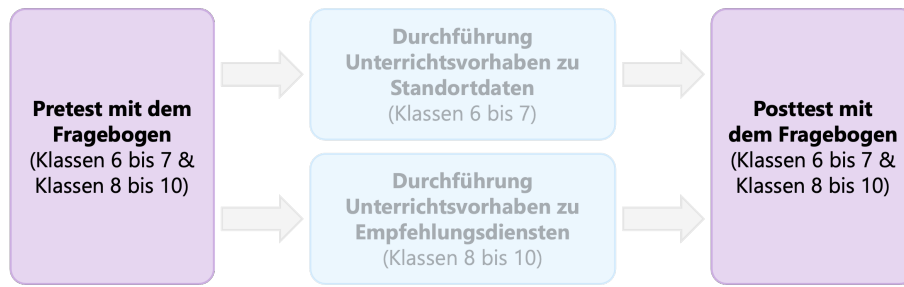


Abbildung 8.3: Überblick zum Studiendesign für die Evaluation des Fragebogens sowie die Studie dieses Zyklus. Die Evaluation des Fragebogens nutzt im Wesentlichen die Pretestdaten, gleichwohl für einen Schritt der Evaluation auch die Posttestdaten genutzt werden. Die Unterrichtsinterventionen spielen erst in der Untersuchung im nächsten Abschnitt eine Rolle.

Schweiz stammt, befragt werden. Bei den Schulen handelt es sich um Gymnasium und Gesamtschulen. Diese Schulen sind teilweise eher ländlich und teilweise in Großstädten gelegen. Insgesamt wurden so 398 Schüler:innen aus den Jahrgangsstufen 6 bis 10 befragt (ca. 12 bis 16 Jahre alt). Unter den insgesamt 398 Schüler:innen gaben 210 an männlich, 177 weiblich und 11 divers zu sein. Zum Zeitpunkt der Befragung waren 232 der Schüler:innen in den Jahrgangsstufen 6 und 7 und 166 waren in den Jahrgangsstufen 8 bis 10. Nach den Unterrichtsinterventionen haben 235 Schüler:innen am Posttest teilgenommen. Mehrere Klassen mussten die Unterrichtsinterventionen aufgrund zeitlicher Probleme mit Schulferien früher beenden oder konnten den Posttest nicht mehr durchführen. Bei den befragten Schüler:innen im Posttest wurden die Unterrichtsinterventionen vollständig durchgeführt. Einige dieser Schüler:innen sind Teil der Untersuchung dieses Zyklus, die im nächsten Abschnitt 8.4 beschrieben wird. Da Informatikunterricht in Nordrhein-Westfalen in den letzten Jahren als Pflichtfach in den Jahrgangsstufen 5 und 6 eingeführt worden ist, haben die meisten Schüler:innen bereits Informatikunterricht besucht, wobei in den Landesvorgaben für den Lehrplan in Nordrhein-Westfalen sowohl Themen für KI als auch für Datenbewusstsein enthalten sind. Es ist also davon auszugehen, dass viele der befragten Schüler:innen bereits vor der Befragung etwas im Unterricht zu diesen Inhalten kennengelernt haben. Allerdings sollte angemerkt werden, dass diese Inhalte – laut Aussagen mehrerer beteiligter Lehrkräfte – teilweise bedingt durch mangelnde Unterrichtszeit eher kurz und oberflächlich thematisiert wurden.

Datenerhebung

Zur Datenerhebung wurde der entworfene Fragebogen, wie er in Abschnitt 8.3.3 beschrieben wurde, verwendet. Wie in der Abbildung 8.2 zur Fragebogenstruktur dargestellt, gliedert sich der inhaltliche Teil des Fragebogens in zwei Teile: Teil A umfasst das Erfassen des Verständnisses des Erklärmodells und Teil B die Fragebogenabschnitte zur Motivation, Intention und Handlungsfähigkeit. Um einen Reihenfolgeeffekt (Question Order Bias) zu verringern, wurden diese beiden Teile des Fragebogens in einer randomisierten Reihenfolge angezeigt. Die Items innerhalb der beiden Teile wurden ebenfalls in einer randomisierten Reihenfolge dargestellt.

Datenanalyse

Wenige Fragebögen wurden in analoger Form bearbeitet. Diese wurden vor der Datenanalyse digitalisiert. Grundlage für diese Datenanalyse ist das Hypothesenmodell aus Abschnitt 8.3.2, das dem Fragebogen zugrunde liegt. Demnach umfasst die Datenanalyse die Auswertung der qualitativen Daten der offenen Items, des Assessment-Teils zum Verständnis des Erklärmodells, das Testen der Messmodelle für die weiteren latenten Variablen (Motivation und Intention) sowie das Testen des mit dem Hypothesenmodell angenommenen Strukturmodells für die Zusammenhänge zwischen den latenten Variablen (Verständnis, Motivation, Intention und Handlungsfähigkeit). Für die Evaluation des Fragebogens wurde somit ein Mixed-Methods-Ansatz verwendet, bei dem insbesondere qualitative Inhaltsanalysen, eine Rasch-Modellierung, eine konfirmatorische Faktorenanalyse sowie eine Analyse mit Strukturgleichungsmodellen umgesetzt wurden. Daraus ergibt sich für die Evaluation des Fragebogens ein vierschrittiger Prozess, der in Abbildung 8.4 schematisch dargestellt und im Folgenden beschrieben wird. Für die qualitativen Analysen wurde MAXQDA 2024 genutzt, die Aufbereitung der Daten erfolgte mit Jupyter Notebooks in Python und die quantitative Auswertung mithilfe von R.

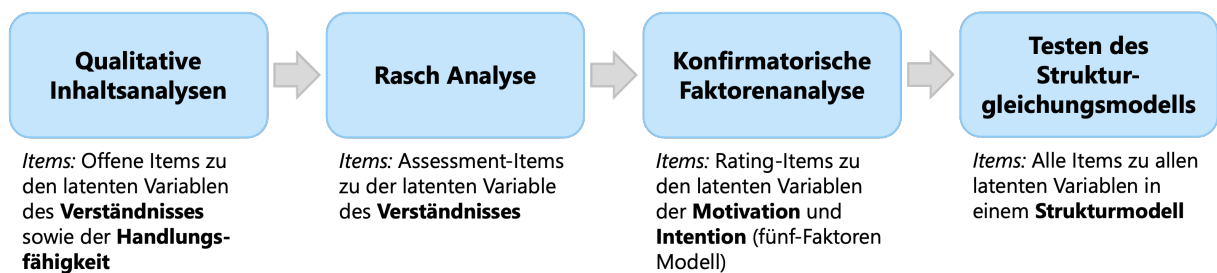


Abbildung 8.4: Überblick über die vier wesentlichen Schritte der Datenanalyse für die Evaluation des Fragebogens für die Studie dieses Zyklus.

Schritt 1: Qualitative Inhaltsanalysen Zu den insgesamt drei offenen Items liegen entsprechend qualitative Daten vor. Dafür werden im Hinblick auf den Forschungsfragen zwei verschiedene Ansätze der qualitativen Inhaltsanalyse umgesetzt (vgl. Kuckartz, 2018).

Die Daten zu den ersten beiden Items zur Datenerhebung und -verarbeitung sollen im Wesentlichen eine Bewertung der Aussagen der Schüler:innen hinsichtlich ihres Verständnisses der beiden Konzepte ermöglichen. Zur Auswertung dieser Daten wird der Ansatz der evaluativen qualitativen Inhaltsanalyse nach Kuckartz (2018, S. 123-142) durchgeführt. Wesentliche Schritte dabei sind die Festlegung der Bewertungskategorie und der Ausprägungen (Codes), Codierung der Daten, gegebenenfalls die Überarbeitung der Codes und erneute Codierung der Daten sowie anschließend die Auswertung der codierten Daten (vgl. Kuckartz, 2018, S. 125-134). Für die Antworten zu diesen beiden Items wurden die Bewertungskategorien „Arten der Datenerhebung“, beziehungsweise „Typen der Datenverarbeitungszwecke“, festgelegt. Die Codes dafür wurden deduktiv von den Konzepten des Erklärmodells für Datenbewusstsein abgeleitet. Dies knüpfte ebenfalls an die Datenanalyse aus den ersten beiden Zyklen an, in denen auch qualitative Daten zu den Konzepten des Erklärmodells codiert wurden. Die Codes für diese Daten wurden so gewählt, dass sie der vollständigen Antwort der Schüler:innen zugewiesen werden können.

Das heißt, eine Antwort zu einem der beiden Items wird mit genau einem Code versehen (z.B. „explizite Datenerhebung“, wenn nur etwas zur expliziten Datenerhebung geschrieben wurde). Während der Codierung wurden die Codierleitfäden für die Daten der beiden Items überarbeitet. Zudem wurden Data Sessions durchgeführt, unter anderem als Teil des Prozesses der später beschriebenen Ermittlung der InterCoder-Reliabilität, wobei ebenfalls die Codierleitfäden weiterentwickelt wurden. Anschließend wurden für beide Items jeweils alle 633 Antworten der Schüler:innen aus dem Pre- und dem Posttest mit den finalen Codes codiert. Die Codes als Ausprägungen der Bewertungskategorien für die Konzepte der Datenerhebung sowie der Datenverarbeitung werden in den Tabellen 8.2 und 8.2 zusammengefasst. Die Codierleitfäden zu diesen beiden Items werden im Anhang unter Abschnitt E.2 dargestellt. Mithilfe der codierten Daten werden die Schüler:innen so anhand ihrer Antworten zur Datenerhebung und -verarbeitung bewertet. Diese Bewertung dient der weiteren quantitativen Auswertungen.

Das dritte offene Item bezieht sich auf die Perspektiven der Schüler:innen auf die Interaktionen mit ddA aus denen ihre Sichtweisen im Hinblick auf ihre Handlungsfähigkeit ermittelt werden sollen. Für diese Analyse wird der Ansatz der inhaltlich strukturierenden Inhaltsanalyse nach Kuckartz (2018, S. 97-121) umgesetzt. Wesentliche Schritte dieses Ansatzes sind das Entwickeln von Hauptkategorien, Codieren der Hauptkategorien, induktives Bestimmen von Subkategorien (Subcodes), erneutes Codieren der Daten mit dem finalen Codesystem und anschließende weitere Auswertungen der codierten Daten (vgl. Kuckartz, 2018, S. 100-111). Die Hauptkategorie für dieses Item ist die (wahrgenommene) Handlungsfähigkeit der Schüler:innen. Die Codes wurden im Rahmen der Analyse induktiv anhand der Daten entwickelt. Im Zuge dieser Codierung wurden ebenfalls Data Sessions durchgeführt, die zur Weiterentwicklung der Codes geführt haben. Außerdem trug der Prozess der später beschriebenen Ermittlung der InterCoder-Reliabilität zum finalen Codesystem bei. Durch diesen Prozess sind insgesamt vier Codes als Ausprägungen zur Kategorie der Handlungsfähigkeit generiert worden, die in Tabelle 8.2 dargestellt werden. Abschließend wurden die 633 Antworten der Schüler:innen aus dem Pre- und Posttest mit den finalen Codes codiert. Auch diese codierten Daten wurden für die weitere quantitative Auswertung verwendet. Der Codierleitfaden zu diesem Item wird im Anhang unter Abschnitt E.2 aufgeführt.

Im Rahmen der Codierung habe ich alle Daten codiert, während eine zweite Person unabhängig jeweils 20% der Daten zu den drei offenen Items, die zufällig ausgewählt wurden, codiert. Die InterCoder-Reliabilität wurde in MAXQDA mithilfe des Brennan und Prediger Kappas berechnet (Brennan & Prediger, 1981). Die Übereinstimmung war für das Item zur Datenerhebung nahezu perfekt ($\kappa = 0.83$), für das Item zur Datenverarbeitung ebenfalls nahezu perfekt ($\kappa = 0.81$) und für das Item zur Handlungsfähigkeit substanziell ($\kappa = 0.72$) (siehe für die Interpretation des Kappas: Landis & Koch, 1977). Die Codierung weist demnach eine ausreichende Reliabilität für die weitere Auswertung auf.

Schritt 2: Rasch-Analyse Der Fragebogenteil zum Verständnis des Erklärmodells stellt einen Leistungstest dar und enthält neben den offenen Items ebenfalls geschlossene Aufgaben. Diese beziehen sich auf das Konzept des Datenmodells über Nutzende in Interaktionssystemen mit ddA. Für diese Items wird ein eindimensionales Konstrukt angenommen. Für die Evaluation wird der Ansatz der Rasch-Modellierung als Teil der Item-Response Theory (probabilistische Testtheorie) verfolgt (siehe z.B.: Kelava & Moosbrugger, 2020; Neumann, 2014; Wind & Hua, 2022). Mit dem Rasch-Modell wird beschrieben,

dass die Wahrscheinlichkeit, mit der eine Person eine Aufgabe löst, von der Personenfähigkeit und der Aufgabenschwierigkeit abhängt. Wenn nun Items Rasch-skaliert sind, ermöglicht dies die Personenfähigkeit mithilfe der Anzahl der richtigen Antworten zu schätzen (vgl. Neumann, 2014). Das Antwortformat für diese Items sah vor, dass die Schüler:innen gegebene Aussagen hinsichtlich ihrer Richtigkeit bewerten sollten, sodass die Antworten der Schüler:innen als richtig oder falsch bewertet werden können. Deshalb wurde für diese Items ein dichotomes Rasch-Modell verwendet (vgl. Neumann, 2014). Die Berechnung der Rasch-Analyse wurden in R durchgeführt, wofür im Wesentlichen das eRm Paket (Version 1.0-9) genutzt wurde (siehe: Mair & Hatzinger, 2007). Für die Daten wurde ein Modellfit berechnet, wofür der Andersen's Likelihood-Ratio Test (LR-Test) auf globalem Itemsatz-Ebene und der Wald-Test auf individuellem Item-Ebene herangezogen wurde (Kelava & Moosbrugger, 2020, vgl.). Ergänzend dazu wurden die Infit und Outfit Mean Square Statistiken für die Items zur Bewertung der Rasch-Skalierung betrachtet, wofür hier auf Werte zwischen 0.7 und 1.3 abgezielt wird (siehe für Empfehlungen etwa: Wright & Linacre, 1994). Mit diesem Schritt wurde somit für diesen Faktor zum Verständnis der Datenmodelle ein Rasch-modellierter Itemsatz identifiziert. Bei dieser Datenanalyse wurden im Gegensatz zu den anderen Schritten die Posttestdaten verwendet, da diese Skala insbesondere die verschiedenen Kenntnisse nach den Interventionen abdecken können sollte, um die Pre-Posttest-Veränderungen entsprechend zu messen.

Schritt 3: Faktorenanalyse Für die latenten Variablen zur Motivation und Intention wurden insgesamt fünf Faktoren angenommen: vier für die Motivation und einer für die Intention (siehe Abschnitt 8.3.3). Für die beiden Messmodelle für Motivation und Intention ist demnach ein Modell mit fünf Faktoren und insgesamt 24 Items zu testen. Dazu wird eine konfirmatorische Faktorenanalyse durchgeführt. Anhand der Faktorenladungen sowie der berechneten Werte für den Modellfit zu den Daten werden die Messmodelle bewertet und bei Bedarf einzelne Items entfernt. Für den Modellfit werden insbesondere der Comparative Fit Index (CFI), Tucker-Lewis Index (TLI), die Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) sowie Standardized Root Mean Square Residual (SRMR) betrachtet (z.B.: Gana & Broc, 2019, S. 965f.)¹. Als Kriterien für einen guten Modellfit werden in Orientierung an Hu und Bentler (1999) folgende Werte verwendet: $CFI \geq 0.95$, $TLI \geq 0.95$, $RMSEA \leq 0.05$ und $SRMR \leq 0.08$ (siehe auch: Gana & Broc, 2019). Die Berechnung der Faktorenanalyse wird in R im Wesentlichen unter Nutzung des lavaan Pakets (Version 0.6.17) durchgeführt (vgl. Rosseel, 2012). Die Items sind alle ordinal-skaliert und die entsprechenden Skalenwerte sind nach Anwendung des Shapiro-Wilk Test nicht normalverteilt. Daher wird für die Berechnung der Faktorenanalyse vom lavaan Paket der robuste Maximum Likelihood Schätzer mit einer Satorra-Bentler Korrektur verwendet (MLM) (siehe: Gana & Broc, 2019). Für die verschiedenen Subskalen zu den fünf Faktoren werden anschließend die Reliabilitäten mithilfe des Cronbachs Alpha berechnet, das für über 0.7 als ausreichend und über 0.8 als hoch interpretiert wird (siehe z.B.: Döring & Bortz, 2016, S. 443). Die Alpha-Werte wurde mit dem psych Paket (Version 2.4.1) in R berechnet.

¹Es ist anzumerken, dass ebenfalls der χ^2 -Test berechnet wird, der bei Signifikanz normalerweise gegen eine gute Passung zwischen Modell und Daten spricht. Allerdings ist dieser sehr sensitiv gegenüber der Stichprobenumfang und wird bei größerem Stichprobenumfang unzuverlässiger (siehe auch: Werner et al., 2016). Daher werden hier die anderen genannten Kriterien herangezogen.

Schritt 4: Strukturgleichungsmodell (Strukturgleichungsmodelle (engl. Structural Equation Models) (SEM)) Zuvor wurde im Abschnitt 8.3.2 das Hypothesenmodell beschrieben, was als Strukturmodell die Beziehungen zwischen den verschiedenen latenten Variablen beschreibt. Die entsprechenden Messmodelle für die latenten Variablen stammen aus der Operationalisierung und wurden als Teil der vorherigen Schritte der Datenanalyse überprüft. In diesem vierten Schritt wird nun im Rahmen der Evaluation des Fragebogens das Strukturgleichungsmodell, bestehend aus dem Strukturmodell und den Messmodellen, getestet. Für diesen Schritt werden die gekürzten Skalen nach den vorherigen Schritten berücksichtigt. Wie zur konfirmatorischen Faktorenanalyse werden für die Bewertung des Modellfits für das Strukturgleichungsmodell dieselben Kriterien (CFI, TLI, RMSEA und SRMR) sowie die bereits genannten kritischen Werte für diese Kriterien herangezogen (vgl. Gana & Broc, 2019; Hu & Bentler, 1999). Für das finale Strukturgleichungsmodell werden ebenfalls die Pfade aus der Berechnung des Strukturgleichungsmodells betrachtet, um Aussagen über die Zusammenhänge zwischen einzelnen Faktoren zu interpretieren. Die Berechnung für das Strukturgleichungsmodell wird in R im Wesentlichen unter Nutzung des lavaan Pakets durchgeführt (siehe: Rosseel, 2012). Analog zur Berechnung der Faktorenanalyse wird auch für die Berechnungen zu dem Strukturgleichungsmodell der robuste Maximum Likelihood Schätzer mit einer Satorra-Bentler Korrektur verwendet (MLM) (siehe: Gana & Broc, 2019).

8.3.5 Ergebnisse

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der Evaluation des Fragebogens beschrieben. Dabei geht es nicht um die inhaltliche Betrachtung der Ergebnisse qualitativer Auswertungen. Diese inhaltliche Betrachtung zu den Ergebnissen, wie etwa zu den qualitativen Daten oder auch den signifikanter Zusammenhänge im Strukturgleichungsmodell, findet stattdessen im nächsten Abschnitt bei der Beschreibung und Diskussion der Ergebnisse der Studie statt. In diesem Abschnitt geht es somit in erster Linie um die Evaluation des Fragebogens als Grundlage für die Entscheidung dessen Nutzung in der nachfolgenden Studie.

Qualitative Inhaltsanalysen Zu den drei offenen Items wurden, wie in zuvor in Abschnitt 8.3.4 beschrieben, drei Codesysteme entwickelt, die in der Tabelle 8.2 zusammen mit der Häufigkeit der Zuordnungen der Schüler:innen zu den jeweiligen Code Kategorien dargestellt werden.

Für die weiteren Schritte der Evaluation ist im Wesentlichen die quantifizierte Zuordnung der Schüler:innen zu den Codes als Ergebnis der Analyse relevant. Eine nähere inhaltliche Betrachtung zu den Codes und den entsprechenden Ergebnissen findet stattdessen lediglich im nächsten Abschnitt im Rahmen der Untersuchung dieses Zyklus statt (siehe Abschnitt 8.4.2).

Rasch-Modellierung Zunächst werden für alle 17 Items zu Datenmodellen über Nutze ein LR-Test durchgeführt. Dieser liefert für all diese Items für den Median als Split-Kriterium folgende Ergebnisse: LR-value = 40.59, $p = 0.001$. Somit muss für dieses Itemset die Modellkonformität abgelehnt werden. Anschließend konnten mit dem Wald-Test sowie der Mean-Square Infit und Outfit Werte 6 problematische Items identifiziert

Tabelle 8.2: Überblick zu den Codes für die drei offenen Items und die Häufigkeiten der Zuordnungen der Schüler:innen zu den Codes im Pretest.

Kategorien und Codes	Beispiele aus den Daten	Anzahl Schüler:innen im Pretest
Arten der Datenerhebung:		
(0) Keine Antworten	-	85 (21.4%)
(1) Explizite Datenerhebung	Name, Telefonnummer, Emailadresse	261 (65.6%)
(2) Implizite Datenerhebung	angesehene Beiträge, Nutzungsdauer	12 (3.0%)
(3) Beide Arten	(Beispiele für beide Arten)	40 (10.1%)
Typen der Datenverarbeitungszwecke:		
(0) Keine Antworten	-	149 (37.4%)
(1) Sekundäre Zwecke	personalisierte Werbung	130 (32.7%)
(2) Primäre Zwecke	Anzeigen von Beiträgen, Prüfung von Voraussetzungen (z.B. Alter)	83 (20.9%)
(3) Beide Typen	(Beispiele für beide Typen)	36 (9.0%)
Handlungsfähigkeit:		
(0) Resignation/keine Ideen	man kann eh nichts machen	173 (43.5%)
(1) Ideen für Fokuswechsel	wenn man nach persönlichen Daten gefragt wird; wenn man sich bei einer neuen App registriert	52 (13.1%)
(2) Ideen womit auseinanderzusetzen	untersuche, welche Daten die App erheben will; schaue, ob die App vertrauenswürdig ist	78 (19.6%)
(3) Ideen für Handlungsmöglichkeiten	verstecke deine Mailadresse (dafür gibt es Anbieter); gib möglichst wenige Daten über dich an; Tracker blockieren	95 (23.9%)

werden, die aus dem Itemset entfernt wurden (Items DM2, DM6, DM10, DM14, DM15 und DM16). So wurde eine adaptierte Skala mit 11 Items ausgewählt. Für diese adaptierte Skala liefert der LR-Test kein signifikantes Ergebnis mehr (LR-value = 10.01, $p = 0.44$), sodass eine Modellkonformität angenommen werden kann. Die adaptierte Skala hat somit einen guten Fit zu den Daten und kann demnach als Rasch-skaliert angenommen werden. Die Outfit Means Square Statistiken liegen für die Items bei der adaptierten Skala zwischen 0.74 und 1.21 mit einem Mittelwert von 0.99, während die Infit Werte zwischen 0.86 und 1.11 mit einem Mittelwert von 0.98. Dies spricht für eine adäquate Passung der Daten zu dem Modell.

In Abbildung 8.5 wird der Zusammenhang zwischen den Schwierigkeiten der Items und den Fähigkeiten der befragten Personen dargestellt. In diesem Falle decken die Items eine adäquate Breite der Kenntnisse der Schüler:innen relativ gleichmäßig ab, sodass diese Skala Veränderungen in den Kenntnissen der Schüler:innen aufdecken kann.

Insgesamt zeigt die Rasch Analyse, dass die adaptierte Skala als Assessment für das Konzept der Datenmodelle über Nutzende verwendet und die Skalenwerte als Summe der richtig beantworteten Items berechnet werden kann.

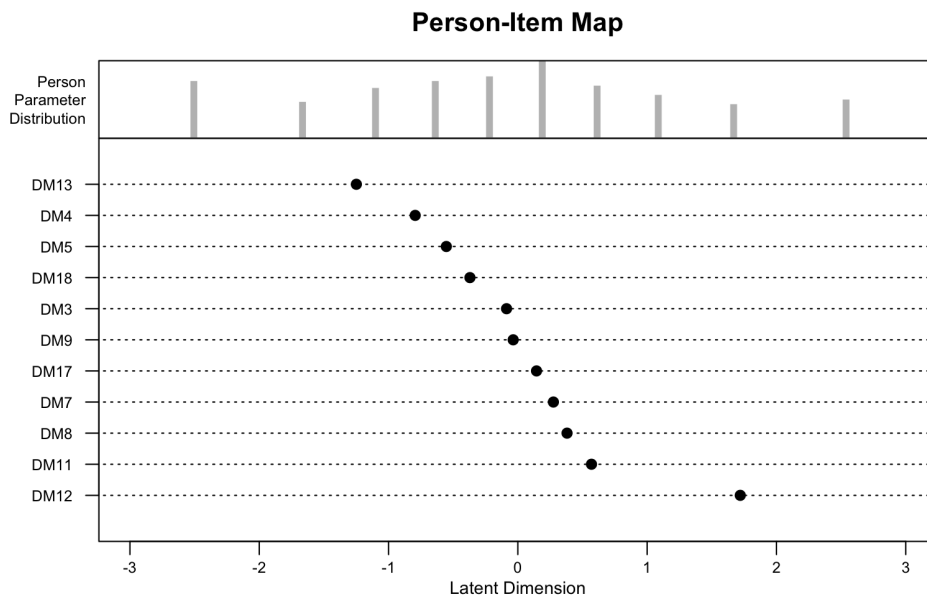


Abbildung 8.5: Personen-Item Map für die Items der adaptierten Skala zu Datenmodellen über Nutzende

Konfirmatorische Faktorenanalyse Die Items zu den vier Faktoren für Motivation und zum Faktor für Intention wurde mit einer konfirmatorischen Faktorenanalyse untersucht. Das entsprechende Messmodell mit fünf Faktoren hatte keinen ausreichenden Fit zu den Daten ($\chi^2(242) = 451.46$, $p < 0.001$, $CFI = 0.942$, $TLI = 0.933$, $RMSEA = 0.054$, $SRMR = 0.067$). Dieses Modell mit den entsprechenden manifesten Variablen sollte demnach für diese Daten verworfen werden. Basierend auf niedrigen Faktorladungen wurden zwei Items der Subskala zum intrinsischen Wert (Items IW3 und IW6) und ein Item der Subskala zur Wichtigkeit entfernt (Item WKT5). Das adaptierte Messmodell mit den fünf Faktoren hatte anschließend einen guten Fit zu den Daten ($\chi^2(179) = 272.49$, $p < 0.001$, $CFI = 0.971$, $TLI = 0.965$, $RMSEA = 0.042$, $SRMR = 0.047$). Dieses adaptierte Messmodell kann mit diesen Kriterien angenommen werden. Die standardisierten Faktorenladungen liegen zwischen 0.621 und 0.914. Die Faktorenladungen werden in der Abbildung 8.6 dargestellt.

Für die Skalen zu den fünf Faktoren für Motivation und Intention werden in Tabelle 8.3 die Skalenstatistiken mit den Mittelwerten, Standardabweichungen, Median und Reliabilitäten angegeben. Die Skala zur Implementation Intention hat eine ausreichende Reliabilität ($\alpha = 0.79$), während die anderen vier Skalen eine hohe Reliabilität vorweisen ($\alpha \geq 0.83$).

Strukturgleichungsmodell Sofern Motivation in der Modellierung als ein Konstrukt betrachtet wird und nicht in die beiden Komponenten der Erwartung und des Werts aufgeteilt wird, liefert das Testen des Modells folgende Ergebnisse: $\chi^2(550) = 744.048$, $p < 0.001$, $CFI = 0.957$, $TLI = 0.954$, $RMSEA = 0.032$, $SRMR = 0.061$. Damit hätte dieses Modell bereits einen guten Modellfit. Im Rahmen der Hypothesen des Hypothesenmodell für das Strukturgleichungsmodell wurden bereits mögliche Unterschiede hinsichtlich der beiden Komponenten der Motivation angesprochen (siehe Abschnitt 8.3.2).

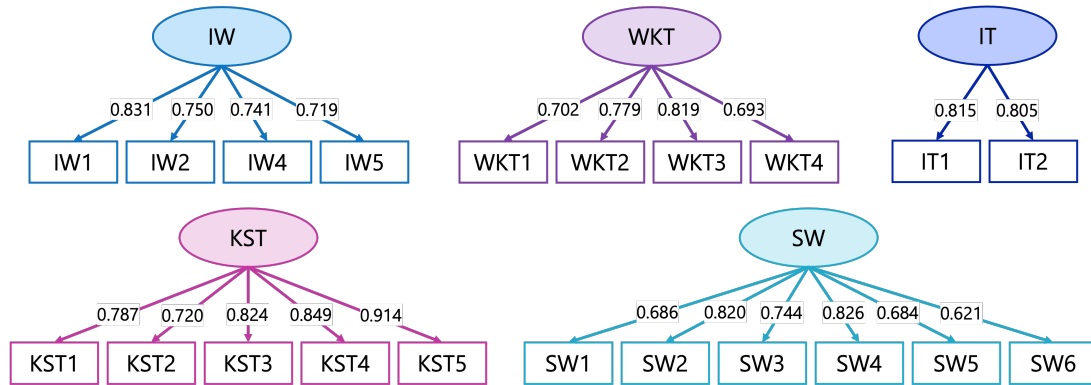


Abbildung 8.6: Faktorenladungen zu den fünf Faktoren zur Motivation und Intention mit der adaptierten Skala nach der konfirmatorischen Faktorenanalyse.

Tabelle 8.3: Überblick über die Skalenstatistiken für die Skalen zur Motivation und Intention (Mittelwert, Standardabweichung, Median, Cronbachs Alpha)

Skala	mean	std	mdn	alpha
<i>Intrinsischer Wert</i> (IW)	2.94	1.45	2.75	0.84
<i>Wichtigkeit</i> (WKT)	3.58	1.51	3.5	0.83
<i>Kosten</i> (KST)	4.08	1.71	4	0.91
<i>Selbstwirksamkeit</i> (SW)	4.15	1.5	4.17	0.87
<i>Implementation Intention</i> (IT)	3.59	1.82	3.5	0.79

Anmerkung: Die Items dieser Skalen wurden auf einer siebenstufigen Likert-Skala beantwortet.

Wenn nun in der Modellierung die Motivation auf die Erwartungs- und Wertkomponente aufgeteilt beziehungsweise diese dort berücksichtigt werden, so liefert das Testen dieses Modells folgende Ergebnisse: $\chi^2(515) = 681.589$, $p < 0.001$, $CFI = 0.963$, $TLI = 0.959$, $RMSEA = 0.031$, $SRMR = 0.054$. Dieses Modell liefert nach den Fitkriterien einen guten Modellfit. Die zweite Variante des SEM liefert genauere Erkenntnisse über die Pfade und Wirkungen hinsichtlich der Motivation und beispielsweise den Zusammenhängen zwischen Verstehen des Erklärmodells und den beiden Komponenten der Motivation. Daher wird nachfolgend die zweite Variante des SEM verwendet, das in der Abbildung 8.7 dargestellt wird. In der Abbildung sind außerdem die signifikanten Pfade mit entsprechenden Pfadkoeffizienten aufgeführt. Ebenfalls sind dort die R^2 -Werte ergänzt, die etwas darüber aussagen, wie gut die Varianz der jeweiligen Faktoren erklärt werden.

8.3.6 Zusammenfassung und Diskussion

In den vorherigen Absätzen wurde ein Entwurf für den Fragebogen vorgestellt und mit verschiedenen qualitativen und quantitativen Ansätzen analysiert und evaluiert, wie in Abbildung 8.4 zusammengefasst. In den verschiedenen Schritten der Pilotierung sowie der Datenanalyse wurden insgesamt zehn Items entfernt, davon vier Items aus der Motivationsskala und sechs Items aus der Rasch-skalierten Skala zu den Datenmodellen. Das finale Itemset ist im Anhang unter Abschnitt E.1 zu finden. Anhand der Pfade des Strukturgleichungsmodells (siehe Abbildung 8.7) können allerdings für das Hypothesenmodell

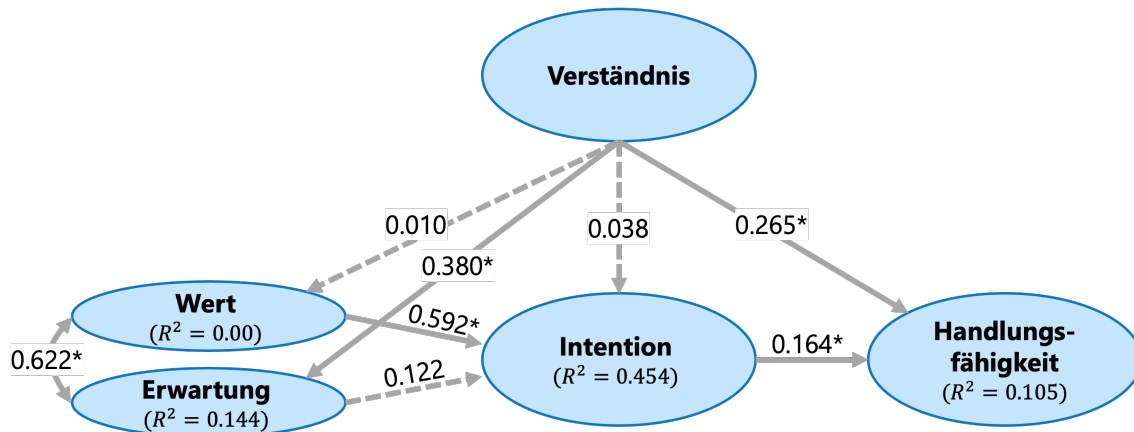


Abbildung 8.7: Ergebnisse für die Analyse des Strukturgleichungsmodells in Orientierung an das Hypothesenmodell (siehe Abbildung 8.1). Signifikante Pfade sind * markiert ($\alpha < 0.01$).

nicht alle Hypothesen bestätigt werden. Hervorzuheben sind dabei die Zusammenhänge zwischen der Erwartungskomponente und der Intention sowie zwischen dem Verständnis und der Intention, die nicht bestätigt werden konnten. Für die anderen angenommenen Zusammenhänge im Hypothesenmodell lieferte die Analyse signifikante Pfade, was die Hypothesen unterstützt.

Zur Validität bei Messinstrumenten gibt es verschiedene Formen, wie etwa die Inhaltsvalidität, Kriteriumsvalidität und die Konstruktvalidität (vgl. Döring & Bortz, 2016; Moosbrugger & Brandt, 2020b; Schmiemann & Lücken, 2014). Hinsichtlich der Inhaltsvalidität ist sicherzustellen, dass die Items die zu messenden Inhalte adäquat repräsentieren, was insbesondere die noch nicht zuvor validierten Instrumente betrifft. Beim Entwurf des Fragebogens wurde die Entwicklung der Items für die verschiedenen Skalen und Tests theoretisch begründet. Mit einem Fokus auf den Items zum Verständnis der Schüler:innen, wurden im Rahmen des Entwurfs des Fragebogens verschiedene Experten konsultiert, was zur Inhaltsvalidität beiträgt (vgl. Schmiemann & Lücken, 2014). Hinsichtlich der Konstruktvalidität konnte die Evaluation des Instruments adäquate Ergebnisse liefern (siehe SEM-Analyse). Für die Kriteriumsvalidität wäre ein Außenkriterium nötig, das mit den Ergebnissen des Fragebogens zueinander in Bezug gesetzt werden kann (siehe z.B.: Schmiemann & Lücken, 2014). Hinsichtlich der affektiven und behavioralen Faktoren sind die Möglichkeiten solcher Außenkriterien begrenzt. Für die kognitiven Faktoren wäre ein Bezug zu Vorkenntnissen denkbar, allerdings sind die Vorerfahrungen der Schüler:innen zu relevanten Inhalten aus dem Unterricht nicht zuverlässig einzuschätzen, da die Themen beispielsweise bisher unterschiedlich ausführlich in den verschiedenen Schulcurricula integriert wurden. Die Einteilung der Jahrgangsstufen wäre somit kein verlässliches Kriterium. Eine weitere Alternative wäre die Verwendung bereits validierter Instrumente, die allerdings insbesondere für das Verständnis des Erklärmodells bisher nicht existieren. Bisher konnte die Kriteriumsvalidität demnach für dieses Instrument noch nicht ausreichend getestet werden. Nichtsdestotrotz können Beiträge zu Inhalts- und Konstruktvalidität des Fragebogens festgehalten werden. Insgesamt stellt der Fragebogen somit für die nachfolgend beschriebene Studie ein ausreichendes Messinstrument dar.

8.4 Untersuchung zur Förderung von Datenbewusstsein

Mit einem Teil der Schüler:innen aus der Evaluation des Fragebogens wurde das Unterrichtsvorhaben zu den Empfehlungsdiensten durchgeführt (Schüler:innen in den Jahrgangsstufen 8 bis 10). Die Entscheidung, die Evaluation des Fragebogens und die Durchführung der Untersuchung nicht mit zwei getrennten Probandengruppen vorzunehmen, ist durch die Herausforderung begründet, in kurzem Abstand hintereinander größere Anzahlen von Schüler:innen für Studien zu akquirieren. Das resultiert darin, dass der Fragebogen in der Evaluation des Instruments und in dem Pretest der Untersuchung derselbe ist und höchstens zum Posttest angepasst hätte werden können. Um insbesondere hinsichtlich der Verständlichkeit problematische Items zu identifizieren, wurde das zuvor beschriebene mehrschrittige Vorgehen der Pilotierung umgesetzt, woraufhin einige Items angepasst werden konnten. Die anschließende Überschneidung der Probanden für die Evaluation des Fragebogens und der Durchführung der Untersuchung wurde in diesem Zyklus nur deshalb akzeptiert, da während der Datenerhebung zur Fragebogenevaluation (beziehungsweise Pretest) keine größeren Probleme auftraten. In den nachfolgenden Abschnitten wird nun diese Untersuchung anhand der Methodik und der Ergebnisse beschrieben sowie anschließend diskutiert.

8.4.1 Methodik

Studiendesign und Vorgehen

In diesem Zyklus sollen die eingangs genannten Forschungsfragen RQ1_{Z3} bis RQ3_{Z3} untersucht werden. Dabei geht es insbesondere darum, das Lernen des Erklärmodells zu überprüfen und die Wirkungen auf die alltäglichen Interaktionen der Schüler:innen mit ddA sowie die Entwicklung ihrer Handlungsfähigkeit zu untersuchen. Wie zuvor im Rahmen der Methodik für die Evaluation des Fragebogens beschrieben (siehe Abschnitt 8.3.4), wurden für diesen Zyklus Lehrkräfte akquiriert, die abhängig von der Jahrgangsstufe ihrer Klassen eine der beiden Unterrichtsvorhaben durchgeführt haben. Im Rahmen dieser Untersuchung wird ein Fokus auf das Unterrichtsvorhaben zu den Empfehlungsdiensten gelegt, sodass nachfolgend für die Untersuchung hinsichtlich der Forschungsfragen lediglich die Informatikklassen aus den Jahrgangsstufen 8 bis 10 sowie das entsprechende Unterrichtsvorhaben betrachtet werden. Ein Überblick zum Unterrichtsvorhaben bietet Abschnitt 8.4.1. Zur Beantwortung der Forschungsfragen wurde die Durchführung des Unterrichtsvorhabens durch ein Pre-Posttest Design gerahmt. Für den Pre- und Posttest wurde der zuvor beschriebene und evaluierte Fragebogen genutzt. Dieses Studiendesign wird in Abbildung 8.8 zusammengefasst.

Die akquirierten Lehrkräfte haben das Unterrichtsvorhaben selbst durchgeführt. Vor und während der Durchführung der Datenerhebung sowie der Unterrichtsintervention wurden die Lehrkräfte instruiert. Dazu fanden in unterschiedlichen Gruppengrößen Gespräche statt (z.B. individuelles Gespräch oder mit mehreren Lehrkräften einer Schule), in denen unter anderem auch die Unterrichtsmaterialien besprochen wurden. Während der Durchführung wurden von den Lehrkräften Rückmeldungen zum Fragebogen sowie zur Unterrichtsintervention in schriftlicher oder mündlicher Form eingeholt. Die meisten

Fragebögen wurden digital über LimeSurvey ausgefüllt, wenige Schüler:innen füllten den Fragebogen in analoger Form aus. Vor dem Pretest haben die Lehrkräfte in den Klassen kurz erklärt, worum es allgemein in dem Fragebogen geht, um das Verständnis des Fragebogens zu unterstützen. Nach der Unterrichtsintervention haben die Schüler:innen den Fragebogen erneut bearbeitet. Die Unterrichtsintervention fand im regulären Informatikunterricht statt und dauerte 6 bis 8 Unterrichtsstunden je 45 Minuten, was in den meisten Fällen einem Zeitraum von 3 bis 4 Wochen entsprach.

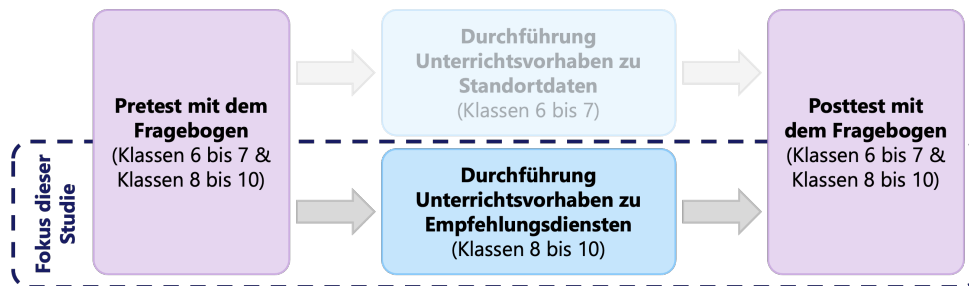


Abbildung 8.8: Überblick zum Studiendesign der Untersuchung im dritten Zyklus – mit Fokus auf das Unterrichtsvorhaben zu Empfehlungsdiensten und einem Pre-Posttest-Ansatz

Teilnehmer:innen

Für die Untersuchung wurden dieselben Schüler:innen herangezogen wie jene Teilnehmer:innen aus der vorherigen Evaluation des Fragebogens. An der Untersuchung mit dem Unterrichtsvorhaben zu Empfehlungsdiensten, das durch die Bearbeitung des Fragebogens im Rahmen eines Pre-Posttest-Design begleitet wurde, haben 93 der insgesamt 398 befragten Schüler:innen teilgenommen, für die Pre- und Posttestdaten zugeordnet werden konnten (ca. 14 bis 16 Jahre alt). Von denen gaben 67 Schüler:innen an, männlich, 24 weiblich und 2 divers zu sein. Zum Zeitpunkt der Teilnahme befanden sie sich in den Jahrgangsstufen 9 und 10 und stammten aus sechs verschiedenen Klassen an insgesamt vier weiterführenden Schulen. Einen Überblick zu den Schulen gibt Tabelle 8.4. Bei den Schulen handelt es sich um Gymnasien (oder äquivalente Schulformen), die sowohl in ländlichen als auch in städtischen Regionen verortet sind. Eine der Klassen kam von einer deutschsprachigen Schule in der Schweiz. Wie bereits bei den Teilnehmenden der Evaluation des Fragebogens beschrieben (siehe Abschnitt 8.3.4), hatten einige der Schüler:innen zuvor bereits im Unterricht Inhalte zu KI und ähnlichen Themen, die zu Datenbewusstsein verwandten sind, kennengelernt. Es ist daher möglich, dass einige Schüler:innen bereits über gewisse Vorerfahrungen in diesem Themenfeld verfügten

Einordnung zur Intervention

In diesem Zyklus werden beide Unterrichtsvorhaben durchgeführt, wobei der Schwerpunkt – wie bereits erwähnt – auf dem Unterrichtsvorhaben zu Empfehlungssystemen liegt. Die finale Fassung des Dissertationsvorhabens wurde in Abschnitt 5.3 beschrieben. Im Folgenden wird die für den Zyklus verwendete Version kurz skizziert, sodass zentrale Unterschiede zur finalen Version deutlich werden. Die folgende Beschreibung orientiert sich an den vier Teilen des Unterrichtsvorhabens.

Tabelle 8.4: Übersicht über die an der Untersuchung teilgenommenen Klassen

Klasse	Schüler:innen mit Pre- und Posttestdaten	Land	Schule	Jahrgangsstufe
A	10	Deutschland	A	10
B	15	Deutschland	A	10
C	11	Deutschland	B	10
D	18	Deutschland	C	10
E	20	Deutschland	C	9
F	19	Schweiz	D	9

Im ersten Teil wird das Beispiel einer Streamingplattform für Filme als Ausgangspunkt eingeführt, um die Frage aufzuwerfen, wie ein solches System personalisierte Empfehlungen generiert. Dadurch wird die zentrale Idee von Empfehlungssystemen aufgegriffen. In Partnerarbeit entwickeln die Schüler:innen erste Ansätze zur Ermittlung solcher Empfehlungen und erarbeiten, welche persönlichen Daten dafür hilfreich wären und herangezogen werden könnten. Darauf aufbauend wird die Idee der Datenerhebung dekontextualisiert und die Konzepte der expliziten und impliziten Datenerhebung werden eingeführt. Anschließend übertragen die Schüler:innen diese Konzepte auf ihre zuvor erarbeiteten Ideen für die Datenerhebung in dem betrachteten Kontext (rekontextualisieren).

Der zweite Teil befasst sich mit der konkreten Funktionsweise von Empfehlungssystemen. Die Schüler:innen erhalten ein vorbereitetes Jupyter Notebook, das hier im Sinne eines interaktiven Arbeitsblattes genutzt wird. Dort bewerten sie als erstes mehrere selbst ausgewählte Filme und bekommen anschließend eigene Filmempfehlungen. Anschließend erarbeiten sie schrittweise die Schritte von der Datenerhebung bis hin zu ihren Filmempfehlungen. Dabei erschließen sie die grundlegende Idee des k -Nearest Neighbor Verfahrens, womit basierend auf den Bewertungsdaten Vorhersagen für das zukünftige Interaktionsverhalten der Nutzenden ermittelt werden können. Das Verfahren wird hierbei im Rahmen des kollaborativen Filterns betrachtet. Bei dieser Aktivitäten wird durch Dekontextualisieren das Konzept der Datenmodelle über Nutzende erarbeitet. Anschließend übertragen die Schüler:innen dieses Konzept auf den gegebenen Kontext und erläutern die Rolle der Datenmodelle in diesem Beispiel der Generierung personalisierter Empfehlungen.

Im dritten Teil beschäftigt sich die Schüler:innen mit einem sekundären Zweck. Dekontextualisiert beginnt der Teil mit einer Einführung der Konzepte der primären und sekundären Zwecke, die die Schüler:innen dann beim Reflektieren der vorherigen Teile des Unterrichtsvorhabens rekontextualisieren. Da es zuvor im Wesentlichen um primäre Zwecke ging, sammeln sie anschließend Ideen für sekundäre Zwecke. In einer Podiumsdiskussion beschäftigen sie sich danach mit einem hypothetischen Beispiel für einen sekundären Zweck, bei dem das Empfehlungssystem für die Umsetzung einer personalisierten Bezahl-schranke bei einer Streamingplattform genutzt werden soll. Die Schüler:innen diskutieren diesen sekundären Zweck ausgehend von verschiedenen Perspektiven. Dabei werden verschiedene individuelle und gesellschaftliche Implikationen von Streamingplattformen und Empfehlungssystemen aufgegriffen (z.B. auch Filterblasen). Abschließend bewerten die Schüler:innen den Einsatz von Empfehlungssystemen, wobei sie die verschiedenen Zwecke berücksichtigen.

Im vierten Teil geht es darum, dass die Schüler:innen die Konzepte des Erklärmodells

für Datenbewusstsein auf weitere Beispiele für ddA aus ihrem Alltag anwenden. Dies wird dadurch eingegrenzt, dass sie ddA aus ihrem Alltag identifizieren sollen, in denen Empfehlungssysteme eingesetzt werden. Organisiert als Gruppenpuzzle wählen die Schüler:innen in Gruppen ein ddA und analysieren es hinsichtlich der verschiedenen Konzepte. Dafür erhalten sie einen Analysebogen, auf dem sie ihre Ergebnisse zu der Rolle von Daten in dem analysierten Beispiel festhalten. Anschließend stellen sie sich ihre Ergebnisse in den gemischten Gruppen vor und bewerten die Datenpraktiken in den Beispielen. Dabei diskutieren sie ihre Handlungs- und Entscheidungsmöglichkeiten in den Beispielen für Interaktionen mit ddA – reflektieren also ihre eigene Rolle darin – und nehmen danach begründet Stellung zu der Rolle von Daten in den verschiedenen ddA.

Datenerhebung

Die Datenerhebung dieser Untersuchung ordnet sich in die im Abschnitt 8.3.4 beschriebene Datenerhebung für die Evaluation des Fragebogens ein. Sie fand im Informatikunterricht der beteiligten Klassen statt und wurde von den Lehrkräften angeleitet, die zuvor entsprechend instruiert worden waren. Der Fragebogen wurde sowohl vor als auch nach dem Unterrichtsvorhaben von den Schüler:innen ausgefüllt. In der vorherigen Evaluation des Fragebogens konnten mehrere Items identifiziert werden, die aus dem Itemset entfernt wurden. Aufgrund der zeitlichen Verschränkung der Datenerhebung für die Evaluation des Fragebogens und für diese Untersuchung, wurde in dieser Untersuchung die vollständige Version des Fragebogens im Stand nach der Pilotierung verwendet. Für alle weiteren Schritte der nachfolgend beschriebenen Datenanalyse wurden allerdings die adaptierten Skalen verwendet und alle in der Evaluation entfernten Items in der Datenanalyse für diese Untersuchung nicht weiter berücksichtigt.

Datenanalyse

Für die Beantwortung der Forschungsfragen werden mit den beschriebenen Daten die Veränderungen des Verständnisses der Schüler:innen (RQ1_{Z3}), die Veränderungen der Motivation und Intentionen der Schüler:innen sich mit ddA auseinanderzusetzen (RQ2_{Z3}) sowie die Veränderungen bezüglich der Handlungsfähigkeit der Schüler:innen (RQ3_{Z3}) untersucht.

Im Rahmen der Evaluation des Fragebogens wurden die qualitativen Daten mit einer qualitativen Inhaltsanalyse ausgewertet (siehe dazu das Vorgehen beschrieben in Abschnitt 8.3.4). Die Codes für die drei offenen Items wurden ebenfalls zuvor bereits dargestellt (siehe Tabelle 8.2). Bezogen auf die in dieser Untersuchung betrachteten Daten werden sie nachfolgend in den Ergebnissen der Untersuchung näher betrachtet. Darüber hinaus fließen die codierten Daten auch in weitere quantitative Analysen ein.

Für die Skalen zu quantitativen Abfragen – zur Motivation und Intention – wurden die Skalenstatistiken mit Mittelwert, Standardabweichung, Median und Cronbachs Alpha berechnet. Die Alpha-Werte wurde mit dem psych Paket (Version 2.4.1) in R berechnet. Damit wird die Reliabilität für Werte über 0.7 als ausreichend und über 0.8 als hoch interpretiert (siehe z.B.: Döring & Bortz, 2016, S. 443).

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wurden Unterschiede zwischen Pre- und Posttest analysiert. Da die Items und die Skalenwerte ordinal skaliert aber nach dem Shapiro-Wilk Test nicht normalverteilt sind, wurde der Wilcoxon signed-rank Test genutzt, um

Unterschiede zwischen Pre- und Posttestdaten zu testen (zweiseitig mit $\alpha = 0.05$). Damit wurden Veränderungen hinsichtlich des Verständnisses, der Motivation, Intention und der Handlungsfähigkeit der Schüler:innen untersucht. Die Effektstärke r der Ergebnisse werden zwischen 0.1 und 0.3 als klein, zwischen 0.3 und 0.5 als mittel und größer 0.5 als groß interpretiert (vgl. Cohen, 1992). Die Berechnungen dafür wurden in R im Wesentlichen mit dem stats Paket (Version 4.3.2) und dem rcompanion Paket (Version 2.4.35) durchgeführt.

8.4.2 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Untersuchung werden in diesem Abschnitt strukturiert durch die drei Forschungsfragen beschrieben.

Verständnis über die Rolle von Daten bei ddA

Die Daten für die offenen Items zur Datenerhebung und -verarbeitung wurden deduktiv codiert, orientiert an den Konzepten des Erklärmodells für Datenbewusstsein. Tabelle 8.5 gibt einen Überblick über die Codes. Da die Antworten der Teilnehmenden immer jeweils genau einer Code Kategorie zugeordnet werden, stellen die Häufigkeiten in dieser Tabelle die Anzahl der Schüler:innen für die jeweiligen Codes. Vor der Intervention zeigten nur wenige Schüler:innen in ihren Antworten eine differenzierte Perspektive auf die Datenerhebung. Die meisten der Schüler:innen (80.7%) hatten keine Ideen zur Datenerhebung oder benannten lediglich eher offensichtliche explizit erhobene Daten, wie etwa den eigenen Namen oder die E-Mail-Adresse, die im Beispiel eines sozialen Netzwerks gespeichert werden. Nach der Intervention konnten fast die Hälfte der Schüler:innen Beispiele für implizit erhobene Daten (z.B. „es wird gespeichert wie oft ich online bin und worauf ich klicke“) oder nannten Daten für beide Arten der Datenerhebung (43%). In Orientierung an die Charakterisierung der beiden Arten der Datenerhebung und wie auch im ersten Zyklus für die Datenauswertung argumentiert (siehe Abschnitte 4.2.2 und 6.4), werden die vier Codes zur Datenerhebung als ordinal skaliert angesehen. Die Pre-Posttest Unterschiede sind nach dem Wilcoxon signed-rank Test signifikant mit großem Effekt ($W = 154.5$, $p = 0.00005$, $r = 0.614$).

Tabelle 8.5: Häufigkeiten der Zuordnungen der Schüler:innen zu den Codes zum Item über die Datenerhebung im Pre- und Posttests

Codes zur Datenerhebung	Beispiele	Anzahl von Schüler:innen	
		<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
(0) Keine Antworten	-	13 (14.0%)	3 (3.2%)
(1) Explizite Datenerhebung	Name, Telefonnummer, Email-adresse	62 (66.7%)	50 (53.8%)
(2) Implizite Datenerhebung	angesehene Beiträge, Nutzungsdauer	4 (4.3%)	5 (5.4%)
(3) Beide Arten	(Beispiele für beide Arten)	14 (15.1%)	35 (37.6%)

Mit Blick auf die Datenverarbeitung und insbesondere auf die von den Schüler:innen genannten Zwecke zeigt sich, dass sekundäre Zwecke meist nur oberflächlich benannt wurden (z.B. „personalisierte Werbung“), während primäre Zwecke häufiger mit mehr technischen Details zur Funktionsweise beschrieben wurden. Ein Lernender nannte etwa „ein Profil von mir erstellen damit die Ersteller mir einen personalisierten Feed [...] anzeigen können“, als Beispiel, was als primärer Zweck interpretiert wird. In der Tabelle 8.6 werden die Codes und die Häufigkeiten der Zuordnungen der Schüler:innen zu diesen Codes dargestellt. Im Pretest hatten einige Schüler:innen keine Ideen für die Zwecke (22.6%) oder nannten lediglich auf einer oberflächlichen Ebene sekundäre Zwecke (41.9%). Etwa ein Drittel der Schüler:innen beschrieben primäre Zwecke oder sogar Beispiele für beide Typen von Zwecken (31.2%), was für ein tieferes Verständnis über die Datenpraktiken in der Architekturperspektive spricht. Nach der Intervention konnten viele Schüler:innen Beispiele für primäre Zwecke oder auch beide Typen von Zwecken beschreiben (65.6%). Analog zur Datenerhebung, wird in Anlehnung an die Konzeption des Erklärmodells sowie die Argumentation im ersten Zyklus auch in diesem Fall die vier Codes als ordinal skaliert angenommen (siehe Abschnitte 4.2.2 und 6.4). Der Wilcoxon signed-rank Test liefert für die Pre-Posttest Unterschiede signifikante Ergebnisse mit einem mittlerem Effekt ($W = 508$, $p = 0.0013$, $r = 0.412$). Nach der Unterrichtsintervention beschrieben also deutlich mehr Schüler:innen primäre Zwecke oder benannten sowohl primäre als auch sekundäre Zwecke.

Tabelle 8.6: Häufigkeiten der Zuordnungen der Schüler:innen zu den Codes zum Item über die Datenverarbeitung im Pre- und Posttest

Codes zu Daten- verarbeitungs- zwecken	Beispiele	Anzahl von Schüler:innen	
		<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
(0) Keine Antworten	-	21 (22.6%)	18 (19.4%)
(1) Sekundäre Zwecke	personalisierte Werbung	39 (41.9%)	14 (15.1%)
(2) Primäre Zwecke	Anzeigen von Beiträgen, Prüfung von Voraussetzungen (z.B. Alter)	18 (19.4%)	32 (34.4%)
(3) Beide Typen	(Beispiele für beide Typen)	15 (16.1%)	29 (31.2%)

Wie bereits bei der Evaluation des Fragebogens festgestellt, ist die gekürzte Skala zum Verständnis über die Datenmodelle Rasch-skaliert. Die Skalenwerte werden daher als Summen der richtigen Antworten der Schüler:innen berechnet, was zu Skalenwerten zwischen 0 und 11 führt. Im Pretest hatten die Schüler:innen im Durchschnitt einen Skalenwert von 5.8 ($sd = 2.66$, $md = 6$), im Posttest lag der Durchschnitt hingegen bei 7.01 ($sd = 2.95$, $md = 7$). Mithilfe des Wilcoxon signed-rank Test können signifikante Unterschiede zwischen Pre- und Posttest mit mittlerem Effekt identifiziert werden ($W = 935$, $p < 0.0000$, $r = 0.426$). Nach der Unterrichtsintervention konnten also deutlich mehr Schüler:innen mehr Aussagen zu den Datenmodellen über Nutzende richtig bewerten.

Tabelle 8.7: Überblick über die Skalenstatistiken für die Skalen zur Motivation und Intention (Mittelwert, Standardabweichung, Median, Cronbachs Alpha)

Skala	Pretest				Posttest			
	mean	std	mdn	alpha	mean	std	mdn	alpha
<i>Intrinsischer Wert</i>	2.51	1.32	2.25	0.89	2.63	1.23	2.5	0.88
<i>Wichtigkeit</i>	3.13	1.41	3	0.86	3.3	1.54	3.25	0.92
<i>Kosten</i>	4.6	1.67	4.8	0.93	4.54	1.62	4.4	0.94
<i>Selbstwirksamkeit</i>	4.32	1.38	4.33	0.87	4.23	1.51	4.33	0.91
<i>Implementation Intention</i>	2.82	1.39	3	0.76	3.34	1.8	3.5	0.89

Anmerkung: Die Items dieser Skalen werden auf einer sieben stufigen Likert Skala beantwortet.

Motivation und Intention sich mit der Rolle von Daten auseinanderzusetzen

Die Schüler:innen wurden zu ihrer Motivation und Intention, sich mit der Rolle von Daten in ihren alltäglichen Interaktionen mit ddA auseinanderzusetzen, befragt. Das umfasst insbesondere, sich mit der Erhebung und Verarbeitung persönlicher Daten zu beschäftigen und diese Datenpraktiken zu erschließen. In Abbildung 8.9 sowie Tabelle 8.7 wird ein Überblick über die Statistiken zu den Subskalen für die Faktoren zur Motivation und Intention gegeben.

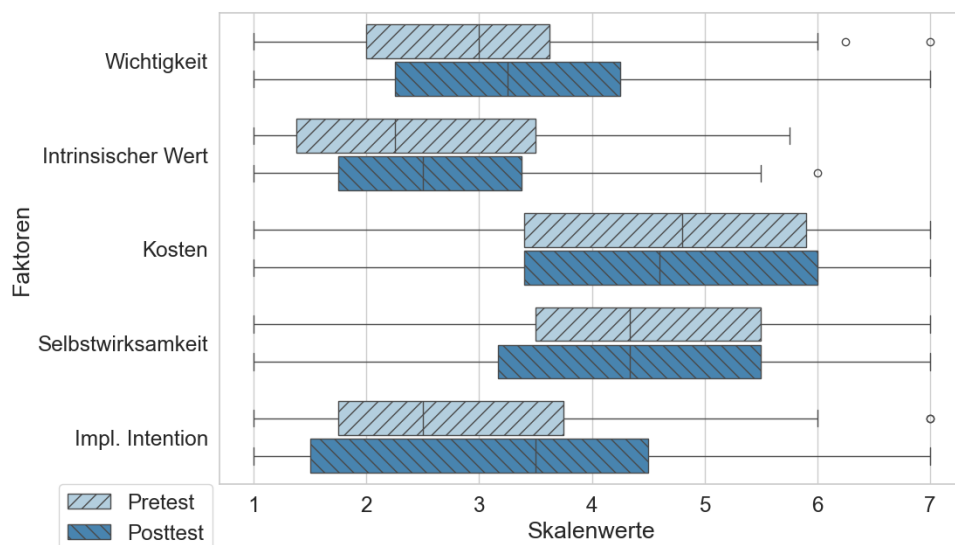


Abbildung 8.9: Boxplots für die Faktoren für die Motivation und Intention gruppiert nach Pre- und Posttest

Für die Faktoren der Wertkomponente von Motivation lagen die Mittelwerte der Skalenwerte im Pretest bei 3.13 für Wichtigkeit, 2.51 für intrinsischen Wert und 4.6 für Kosten. Damit waren die Skalenwerte eher niedrig beziehungsweise für Kosten als negativer Einfluss auf die Motivation entsprechend tendenziell hoch (siehe Skalenstatistiken in Tabelle 8.7). Zum Posttest haben sich die Skalenwerte für diese drei Faktoren verbessert, sodass mehrere Schüler:innen mehr Wert darin sehen, sich mit der Rolle von Daten ddA auseinanderzusetzen (für Wichtigkeit und intrinsischen Wert waren die Skalenwerte höher und für Kosten tiefer). Allerdings sind die Unterschiede nach dem Wilcoxon signed-rank

Test nicht signifikant. Bezüglich der Selbstwirksamkeit als betrachteter Faktor für die Erwartungskomponente der Motivation konnte ebenfalls für den Unterschied zwischen Pre- und Posttest mit dem Wilcoxon signed-rank Test keine Signifikanz festgestellt werden. Hierzu geben die Schüler:innen allerdings im Gegensatz zu den Skalen der Wertkomponente häufiger höhere Zustimmungen zu den Items: im Pretest lag der Mittelwert bei 4.32 und im Posttest bei 4.23. Damit schätzen sie für sich selbst ein, dass sie in alltäglichen Interaktionen mit Apps die Rolle der Daten verstehen zu können. Die Skalenwerte liegen dabei im Posttest ein wenig tiefer als im Pretest.

Die Intention, sich in alltäglichen Situationen mit der Rolle von Daten auseinanderzusetzen zu wollen, haben die Schüler:innen im Pretest im Durchschnitt mit 2.82 ($sd = 1.39$, $md = 3$) und im Posttest mit 3.34 ($sd = 1.8$, $md = 3.5$) bewertet. Nach dem Wilcoxon signed-rank Test ist der Pre-Posttest Unterschied signifikant mit mittlerem Effekt ($W = 799.5$, $p = 0.0023$, $r = 0.356$). Das heißt, nach der Intervention nehmen sich mehr Schüler:innen vor, sich mit der Rolle von Daten in alltäglichen Interaktionen mit ddA auseinanderzusetzen.

Bezogen auf die Ergebnisse der SEM-Analyse (siehe Abbildung 8.7), konnte beobachtet werden, dass die Selbstwirksamkeit als Faktor der Erwartungskomponente durch das Verständnis des Erklärmodells beeinflusst wird ($\beta = 0.380$, $p < 0.001$), wohingegen der Einfluss des Verständnisses auf die Wertkomponente ($\beta = 0.010$, $p = 0.899$) sowie auf die Intention nicht signifikant war ($\beta = 0.038$, $p = 0.603$). Der Zusammenhang zwischen der Motivation und der Intention konnte dort nur für die Wertkomponente als signifikant festgestellt werden ($\beta = 0.592$, $p < 0.000$). Das heißt, die Implementation Intention, sich mit der Rolle von Daten im Alltag auseinanderzusetzen, hängt stärker von dem subjektiv wahrgenommene Wert (Wertkomponente) ab als von dem Verständnis des Erklärmodells oder im Sinne der Selbstwirksamkeit der Auffassung sind, die Datenpraktiken in solchen alltäglichen Situationen verstehen zu können.

Handlungsfähigkeit bezogen auf die Rolle von Daten in Interaktionen mit ddA

Mit dem Item zur Handlungsfähigkeit wurden die Schüler:innen zu ihrer Perspektive auf das Auseinandersetzen mit der Rolle von Daten in alltäglichen Interaktionen mit ddA befragt, konkret bezogen auf die Nutzung von Apps auf dem Smartphone. Induktiv wurde im Rahmen der qualitativen Inhaltsanalyse für die Antworten der Schüler:innen ein Codesystem erstellt, wie bereits zuvor im Rahmen der Evaluation des Fragebogens beschrieben. Diese stellen verschiedene Rollen in Interaktionen mit ddA dar, die Hinweise auf eine selbstbestimmte, mündige und reflektierte Handlungsfähigkeit der Schüler:innen in diesen Interaktionen geben können. Dies resultierte schließlich in vier Codes, die zuvor in Tabelle 8.2 aufgeführt wurden und für diese Untersuchung in Tabelle 8.8 unter anderem mit den Häufigkeiten im Pre- und Posttest zusammengefasst werden.

Mit dem ersten Code wird beschrieben, dass Schüler:innen keine Ideen zu der Frage hatten oder ihre Antworten aufzeigten, dass sie resignierte Haltungen haben oder sich machtlos wahrnehmen. Der zweite Code wird vergeben, wenn Schüler:innen Ideen äußerten, wann aus ihrer Sicht ein Fokuswechsel von dem eigentlichen Handlungsziel in den Interaktionen dazu sich mit der Rolle von Daten in dieser Interaktion auseinanderzusetzen stattfinden sollte (z.B. „wenn man nach persönlichen Informationen gefragt wird“). Dies umfasst also insbesondere Aussagen, in denen sie eine Bedeutsamkeit für sich erkennen, sich mit der Rolle der Daten zu beschäftigen, was vor allem von Kontextfaktoren abhän-

Tabelle 8.8: Häufigkeiten der Codes in den Antworten der Schüler:innen sowie Häufigkeiten der Zuordnungen von Schüler:innen zu der höchsten Code Kategorie

Codes	Häufigkeit der Codes		Zuordnung von Schüler:innen	
	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
	$\sum_{107}$	$\sum_{116}$		
(0) Resignation/keine Ideen	20 (24.7%)	17 (21.5%)	23 (24.7%)	20 (21.5%)
(1) Ideen für Fokuswechsel	42 (32.3%)	30 (17.2%)	30 (32.2%)	16 (17.2%)
(2) Ideen womit auseinanderzusetzen	25 (24.7%)	43 (33.3%)	23 (24.7%)	31 (33.3%)
(3) Ideen für Handlungsmöglichkeiten	17 (18.3%)	26 (28.0%)	17 (18.3%)	26 (28.0%)

Anmerkung: Für die Datenanalyse werden die Schüler:innen der höchsten Code Kategorie zugeordnet, die in ihrer Antwort im Rahmen der Codierung identifiziert wurde. Diese Zuordnung ist in den rechten beiden Spalten dargestellt. In den mittleren Spalten werden die allgemeinen Häufigkeiten der Codes in den Daten berichtet. Dabei ist zu beachten, dass eine Antwort eines Teilnehmenden mehreren Codes zugeordnet sein kann.

gig gemacht wird. Mit dem dritten Code werden Antworten beschrieben, in denen die Schüler:innen Ideen nannten, womit sie sich hinsichtlich der Funktionsweise des ddA und der Datenpraktiken auseinandersetzen würden beziehungsweise worauf sie ihre Aufmerksamkeit lenken wollen (z.B. „schau dir an, welche Daten die App von dir sammeln will“). Der letzte Code bezieht sich auf Antworten mit Ideen für Handlungsmöglichkeiten oder auch -alternativen in Interaktionen mit ddA (z.B. „Tracker blockieren“). Diese Aspekte können als Teilaspekte der Handlungsfähigkeit im Sinne Datenbewusstseins interpretiert werden, wie sie in Abschnitt 4.3.5 charakterisiert wurde.

Für die weitere Auswertung werden Skalenwerte für die Schüler:innen benötigt. Dafür wurden die vier Codes mit Werten zwischen 0 und 3 versehen, wobei ein höherer Wert eine informiertere und aktivere Rolle in den Interaktionen mit ddA darstellen soll (siehe Tabelle 8.8). Die Schüler:innen haben im Sinne eines Skalenwerts den höchsten Wert des Codes zugeordnet bekommen, die in ihrer Antwort codiert wurde. Wenn also zum Beispiel in der Antwort eines Teilnehmenden Textpassagen zu den ersten drei Codes identifiziert und codiert worden sind, bekommt diese Person für die weitere Analyse den Skalenwert 2 zugewiesen. Die Skalenwerte liegen demnach ebenfalls zwischen 0 und 3. Ein solcher Wert beschreibt dann, dass die Schüler:innen Antworten Aspekte bis zu dieser Code Kategorie aufgreift; zu beachten ist aber, dass nicht alle vorherigen Codes dieser Antwort ebenfalls zugewiesen worden sein müssen. Somit haben die Schüler:innen einen Skalenwert für das Item zur Handlungsfähigkeit erhalten, der ordinal skaliert ist. Die entsprechenden Häufigkeiten für diese Art der Zuordnung zu diesen Codes wird in den rechten beiden Spalten der Tabelle 8.8 berichtet. Ergänzend dazu werden in Tabelle 8.8 in den mittleren Spalten ebenfalls allgemein die Häufigkeiten der Codes in den codierten Daten angegeben.

Basierend auf den zugewiesenen Skalenwerten wurde im Pretest ein durchschnittlicher Wert von 1.37 ($sd = 1.05$, $md = 1$) und im Posttest von 1.68 ($sd = 1.1$, $md = 2$) erreicht. Der Unterschied zwischen Pre- und Posttest ist laut Wilcoxon signed-rank Test

signifikant und weist eine mittlere Effektstärke auf ($W = 488$, $p = 0.025$, $r = 0.306$). Diese Veränderungen zwischen Pre- und Posttest werden in der Abbildung 8.10 als Übergänge der Codezuweisungen für die Schüler:innen zwischen Pre- und Posttest dargestellt. Diese veranschaulicht die häufigen Wechsel in die höhere Kategorien vom Pre- zum Posttest an, gleichwohl wenige Schüler:innen im Posttest einer kleineren Kategorie zugewiesen wurden als im Pretest.

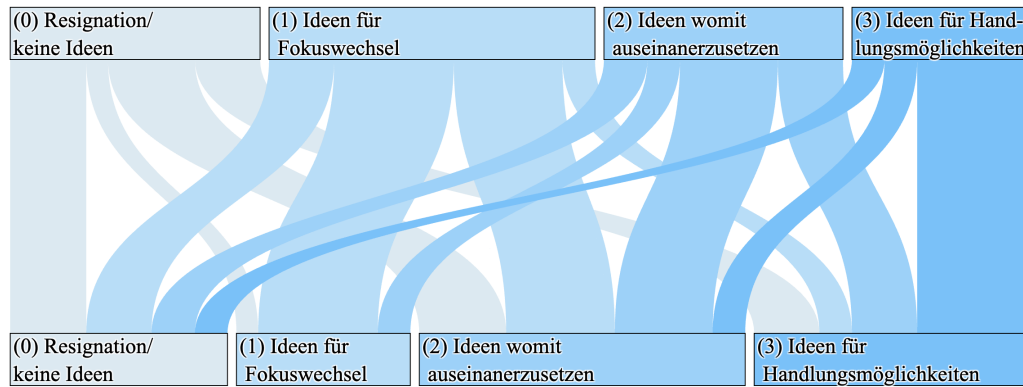


Abbildung 8.10: Wechsel zwischen den Codezuweisungen der Schüler:innen zwischen Pretest (oben) und Posttest (unten)

Bezogen auf die Ergebnisse der SEM-Analyse (siehe Abbildung 8.7) wurde bestätigt, dass die Intention einen signifikanten Einfluss auf den Faktor zur Handlungsfähigkeit hat, wie sie an dieser Stelle mit den vier Codes beschrieben wird ($\beta = 0.164$, $p = 0.003$). Ergänzend dazu zeigte das SEM, dass das Verständnis über das Erklärmodell einen signifikanten Effekt auf diese Handlungsfähigkeit hat ($\beta = 0.265$, $p = 0.001$). Dies bestätigt einerseits den angenommenen Einfluss der Bildung der Intentionen auf eine solche Handlungsfähigkeit und andererseits, dass das Verständnis des Erklärmodells einen Beitrag dazu haben kann.

8.4.3 Diskussion der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Untersuchung dieses Zyklus werden nachfolgend gegliedert nach den drei Forschungsfragen diskutiert.

Verständnis hinsichtlich des Erklärmodells

(RQ1_{Z3}) Inwiefern entwickeln die Schüler:innen ein Verständnis über ddA aus ihrem Alltag, insbesondere bezogen auf das Erklärmodell für Datenbewusstsein?

Nach der Unterrichtsintervention konnten einige Schüler:innen differenziertere Perspektiven auf die Datenerhebung und die Datenverarbeitung in dem gegebenen Beispiel einnehmen und entsprechende Beispiele nennen. Hinsichtlich der Datenverarbeitung deuten die Ergebnisse zudem darauf hin, dass die Schüler:innen ein tieferes technisches Verständnis von Datenpraktiken entwickelt haben und mit den Zwecken der Datenverarbeitung verknüpfen konnten. Im Hinblick auf die Datenmodelle zeigten die Ergebnisse,

dass die Schüler:innen ein besseres Verständnis über Datenmodelle über Nutzende, wie diese konstruiert werden und welche Rolle sie in der Interaktion mit ddA spielen entwickelt haben. Zusammengefasst deuten die Ergebnisse darauf hin, dass viele Schüler:innen hinsichtlich der verschiedenen Konzepte des Erklärmodells für Datenbewusstsein ein differenzierteres konzeptionelles Verständnis entwickelt haben. Da der Beispielkontext aus dem Fragebogen nicht in der Unterrichtsintervention thematisiert wurde, geben die Ergebnisse somit Hinweise darauf, dass einige die Konzepte des Erklärmodells verstanden haben und auf weitere Beispiele für ddA aus ihrem Alltag anwenden können.

Im ersten Zyklus wurde das Verständnis lediglich auf die Datenerhebung und die Datenverarbeitungszwecke bezogen. In den Ergebnissen dort zeigte sich genau wie in dieser Untersuchung, dass im Pretest meist lediglich die explizite Datenerhebung genannt wurde und im Posttest häufiger beide Arten der Datenerhebung aufgegriffen wurde (siehe etwa Abschnitt 6.5). Hinsichtlich der Datenverarbeitungszwecke griffen die Schüler:innen im ersten Zyklus im Pretest oft nur sekundäre Zwecke auf einer oberflächlichen Betrachtungsebene auf und nannten nach der Intervention oft beide Typen von Zwecken oder zumindest häufiger auch die primären Zwecke (siehe etwa Abschnitt 6.5). Auch dies konnte in diesem Zyklus reproduziert werden. Somit kann davon ausgegangen werden, dass der Ansatz des Konzepts Datenbewusstsein diese differenzierteren Perspektiven auf die Rolle von Daten unterstützen kann. Da nun verschiedene Kontexte in dem ersten und dritten Zyklus sowie den Unterrichtsbeispielen und den betrachteten Beispielkontexten im Fragebogen adressiert worden sind, spricht dies dafür, dass der Lernerfolg des Konzepts hinsichtlich des Erklärmodells über ein Verständnis beschränkt auf den einzelnen Kontext in der Unterrichtsintervention hinaus geht. Damit legen die Ergebnisse nahe, dass das potenzielle Risiko des kontextbasierten Lernens, lediglich über den entsprechenden Kontext zu lernen, sich in diesem Unterrichtsvorhaben nicht bewahrheitet hat (siehe dazu: Guzdial, 2010; Nijenhuis-Voogt et al., 2021). Insgesamt deuten die Ergebnisse also darauf hin, dass viele Schüler:innen eine differenzierte Perspektive auf und konzeptionelles Verständnis der Rolle von Daten in alltäglichen Interaktionen mit ddA entwickelt haben, wozu verwandte Studien ein mangelndes Verständnis aufzeigten (siehe Abbildung 2.3).

Da die Schüler:innen im Fragebogen die Konzepte des Erklärmodells auf einen weiteren alltäglichen Kontext einer Interaktion mit einem ddA anwenden konnten, unterstützt diese Untersuchung die Ergebnisse aus den ersten beiden Zyklen, die daraufhin deuteten, dass das Erklärmodell für Schüler:innen verständlich und anwendbar ist. Zuvor bereits mehrfach aufgegriffen, deuten einige Studien an, dass einige Schüler:innen Schwierigkeiten haben, das Lernen über ddA oder Daten mit ihrem Alltag in Verbindung zu bringen – beispielsweise mit ihren alltäglichen Interaktionen mit ddA –, wie etwa in Abschnitt 2.6.4 diskutiert. Da die Schüler:innen das Gelernte auf ein alltägliches Beispiel übertragen können, scheinen die Schüler:innen einen Bezug zu alltäglichen Situationen mit ddA herstellen zu können. Anknüpfend an die Ergebnisse aus den ersten beiden Zyklen unterstützt dies die Vermutung, dass das Lernen des Erklärmodells Schüler:innen bei dem Rückbezug in den eigenen Alltag unterstützen kann.

Motivation und Intention für die Auseinandersetzung mit ddA im Alltag

(RQ2_{z3}) Inwiefern wirkt sich das Lernen des Erklärmodells auf die Motivation und Intentionen der Schüler:innen aus, sich mit ddA aus ihrem Alltag im Sinne der Perspektiven des Erklärmodells auseinanderzusetzen?

Die Ergebnisse zeigten, dass einige Schüler:innen als Teil der Motivation nur wenig bis moderaten subjektiven Wert darin erkennen, sich im Alltag mit der Rolle von Daten in Interaktionen mit ddA auseinanderzusetzen. Das deutet darauf hin, dass einige Schüler:innen dies für sich persönlich als nicht relevant oder nötig erachten. Viele Schüler:innen trauten sich allerdings im Sinne der Selbstwirksamkeit zu, dass sie die Datenpraktiken in solchen alltäglichen Situationen verstehen könnten. Nach den Ergebnissen dieser Untersuchung konnte die Motivation der Schüler:innen nicht signifikant gefördert werden, auch wenn leichte Verbesserungen beobachtet werden konnten. Der eher moderate subjektive Wert, sich mit der Rolle von Daten auseinanderzusetzen, könnte darauf hindeuten, dass die Schüler:innen eher passive Haltungen gegenüber Datenpraktiken haben. Dies erinnert an die zuvor diskutierten resignierten und passiven Haltungen von Nutzenden digitaler Anwendungen gegenüber Datenpraktiken (siehe Diskussion in Abschnitt 2.6.3). Solche motivationalen Haltungen konnte die Unterrichtsintervention nur geringfügig beeinflussen. Wie die Ergebnisse zum SEM aufzeigten, ist der Zusammenhang zwischen dem Verständnis des Erklärmodells und den Faktoren der Wertkomponente nicht signifikant, sodass das Verständnis der Konzepte nicht dazu führt, dass die Schüler:innen auch einen subjektiven Wert darin erkennen, sich im Alltag mit der Rolle von Daten auseinanderzusetzen. Dies hebt die Notwendigkeit hervor, die Förderung der Motivation, also in diesem Fall das Setzen der persönlichen Ziele sich im Alltag mit ddA auseinanderzusetzen, in Unterrichtsansätzen direkt zu adressieren und entsprechend näher zu untersuchen.

Als zweiter Teil dieser Forschungsfrage steht die Intentionen der Schüler:innen im Fokus, sich im Alltag mit der Rolle von Daten in ihren Interaktionen mit ddA auseinanderzusetzen. Die Ergebnisse zeigten signifikante Verbesserungen in den Intentionen der Schüler:innen. Das deutet darauf hin, dass viele Schüler:innen sich im Verlauf der Intervention vorgenommen haben, sich in alltäglichen Interaktionen mit ddA mit der Rolle von Daten auseinanderzusetzen. Dies legt nahe, dass einige Schüler:innen nach der Intervention es als für sich relevanter wahrnehmen, die Rolle von Daten in diesen Interaktionen zu verstehen und sich aktiv damit auseinanderzusetzen statt nur passive Nutzungsrollen einzunehmen; mit anderen Worten die Rolle von Daten zu betrachten und von den eigentlichen Nutzungszielen situativ absehen zu wollen. Da in verschiedenen Studien Evidenzen für den Zusammenhang von Implementation Intentions und der Initiierung des betrachteten Verhaltens gefunden wurde (vgl. Ajzen et al., 2009; Gollwitzer & Sheeran, 2006; Sheeran, 2002), geben die Ergebnisse dieser Untersuchungen also Hinweise darauf, dass einige Schüler:innen sich nach der Intervention vermutlich häufiger mit der Rolle von Daten in alltäglichen Interaktionen mit ddA auseinandersetzen werden. Dies stützt die Ergebnisse aus dem zweiten Zyklus, in denen ebenfalls Schüler:innen geäußert haben, sich nach der Intervention in Interaktionen mit ddA häufiger mit der Rolle von Daten auseinanderzusetzen und ihre Handlungen zu reflektieren (siehe etwa Abschnitt 7.5). Die Unterrichtsintervention scheint demnach Schüler:innen dazu anzuregen, das Erklärmodell in alltäglichen Interaktionen mit ddA zu verwenden, also einen Fokuswechsel durchzuführen, und sich mit der Rolle von Daten darin auseinanderzusetzen. Das unterstützt demnach das Ziel, dass die Schüler:innen von passiven Rollen zu aktiveren und informierteren Rollen des Kontinuums zwischen Nutzen und Gestalten (vgl. Fischer & Giaccardi, 2006) wechseln können und wollen. Das Lernen des Erklärmodells könnte darauf aufbauend ebenfalls unterstützen, dass sich Schüler:innen weniger machtlos und handlungsunfähig wahrnehmen (siehe für die Diskussion dazu z.B.: Cho, 2022; Hargittai & Marwick, 2016;

Hoffmann et al., 2016).

Interessanterweise lassen sich die Intentionen der Schüler:innen nach dem SEM nicht adäquat durch das Verstehen des Erklärmodells erklären. Da die Unterrichtsintervention allerdings zu höherer Zustimmung zu diesen Intentionen geführt hat, deutet dies darauf hin, dass andere Faktoren aus der Intervention das Erkennen einer Bedeutsamkeit in der Auseinandersetzung mit ddA im eigenen Alltag und schließlich die Förderung der Intentionen dies im Alltag durchzuführen unterstützen – etwa im Sinne des Halt-Stopp Moments und des Fokuswechsels. Diese wurden in dieser Untersuchung bislang nicht ausreichend identifiziert und in dem Hypothesenmodell abgebildet. So stellt sich für zukünftige Untersuchungen die Frage, welche anderen Faktoren die höhere Zustimmung in den Intentionen der Schüler:innen fördern. In der Konzeption von Datenbewusstsein wird nun (nach diesem Zyklus) in der vorliegenden Arbeit als eines der theoretischen Elemente das Verstehen und Reflektieren als Teil der Auseinandersetzung mit ddA beschrieben (siehe Abschnitt 4.3.4). Die theoretische Argumentation dazu ist, dass das Reflektieren ein wichtiges Element für die Förderung von Datenbewusstsein darstellt. In der Operationalisierung für diese Untersuchung und folglich im Fragebogen wird das Verstehen des Erklärmodells zwar berücksichtigt, das Reflektieren der Interaktionssysteme allerdings nicht explizit gemessen. Für zukünftige Untersuchungen wäre es daher lohnenswert das Reflektieren als einen weiteren Faktor in dem Hypothesenmodell und entsprechend für den Fragebogen zu operationalisieren und zu ergänzen. So könnte weiter untersucht werden, ob dieser Faktor die Intentionen empirisch besser erklären kann.

Förderung der Handlungsfähigkeit der Schüler:innen

(RQ3_{z3}) Inwiefern unterstützt das Lernen des Erklärmodells eine selbstbestimmte, mündige und verantwortungsvolle Handlungsfähigkeit der Schüler:innen in ihren alltäglichen Interaktionen mit ddA?

In dieser Untersuchung wurde zudem exploriert, inwiefern das Lernen des Erklärmodells (beziehungsweise die Intervention insgesamt) die Handlungsfähigkeit der Schüler:innen in Interaktionen mit ddA unterstützt. Dies umfasst etwa, ob sie informierter und reflektierter in diesen Interaktionen agieren können. Wie bereits zuvor im Rahmen der Fragebogenentwicklung begründet (siehe Abschnitt 8.3.3), wurde dazu im Fragebogen ein offenes Item zum Untersuchen der Perspektive der Schüler:innen auf die Interaktionen mit ddA ergänzt, mithilfe dessen die Bedeutung der Handlungsfähigkeit erschlossen werden sollte. Induktiv wurden vier Codes erarbeitet, die schließlich zu den Zielsetzungen des Konzepts Datenbewusstsein passen, wo unter anderem neben dem Verstehen des Erklärmodells auch ein Reflektieren der Interaktionssysteme und so die Entwicklung einer Handlungsfähigkeit unterstützt werden sollte. Im Sinne der Zielsetzungen des Konzepts können die vier Codes wie folgt interpretiert werden:

- (0) Sich gegenüber den ddA und deren Datenpraktiken handlungsunfähig und machtlos fühlen und sich in einer passiven Nutzungsrolle befinden
- (1) Ideen haben, in welchen Situationen das Erklärmodell als Perspektive auf ddA verwendet werden kann

- (2) Ideen haben, wie das Erklärmodell auf ein ddA angewendet werden kann, womit man sich also auseinandersetzen kann, um das ddA und dessen Datenpraktiken zu verstehen und zu reflektieren
- (3) Bewerten konkreter ddA und treffen eigener informierter Entscheidungen für die eigenen Interaktionen mit dem ddA, also auch das eigene Verhalten und die eigene Rolle in den Interaktionssystemen

Mit diesen vier Aspekten können verschiedene Rollen der Schüler:innen in der Interaktion mit ddA beschrieben werden, beginnend von passiven und handlungsunfähigen Rollen zu mehr informierten und aktiven Rollen. Dies erinnert an die zuvor diskutierten Kontinua zwischen Nutzen und Entwickeln (z.B. Fischer & Giaccardi, 2006) (siehe Diskussion in Abschnitt 2.3.1). In Orientierung an die Ziele von Datenbewusstsein geht es dabei darum, dass die Schüler:innen situationsspezifisch zwischen verschiedenen aktiven Rollen wählen können, statt lediglich in passiven konsumierenden Rollen zu agieren. Dies könnte beispielsweise umfassen, dass sie sich mit den ddA auseinandersetzen und die Datenpraktiken verstehen und reflektieren oder aber auch dass sie diese aktiv beeinflussen können.

Die Ergebnisse der Untersuchung haben eine positive Entwicklung entlang dieser vier Bereiche aufgezeigt, wie in Abbildung 8.11 dargestellt. Sie deuten also auf eine Abnahme von resignierten und handlungsunfähigen Rollen und einer Zunahme an Vorstellungen darüber, wann und wo es sinnvoll sein kann, sich mit der Rolle von Daten in ddA auseinanderzusetzen und diese zu reflektieren. Sie beschreiben außerdem, wie sie dadurch informierte Entscheidungen für ihre Interaktionen mit ddA treffen können. Dies spricht dafür, dass Schüler:innen durch die Unterrichtsintervention einen Zugang zu Interaktionssystemen mit ddA erwerben und eine größere Handlungsfähigkeit im Sinne Datenbewusstseins entwickeln.

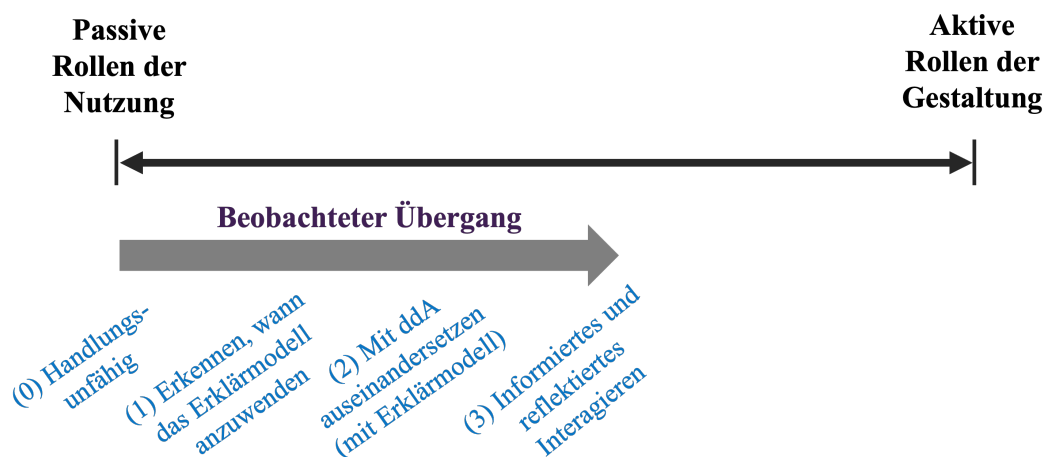


Abbildung 8.11: Beobachtete Schritte auf einem Kontinuum zwischen passiver Nutzung und aktiver Gestaltung

Die Ergebnisse lieferten bezogen auf das SEM außerdem einen Zusammenhang zwischen dem Verständnis des Erklärmodells und dieser Komponente der Handlungsfähigkeit.

Das bedeutet, dass das Lernen des Erklärmodells zu der positiven Entwicklung dieser Handlungsfähigkeit beigetragen haben kann. In anderen Studien wurde berichtet, dass Schüler:innen zwar beispielsweise Wissen und Fähigkeiten zu Datenpraktiken, Daten oder ML-Konzepten erworben haben, dies aber weder passive und resignierte Haltungen verringert noch (kritische) Reflexionen der datengetriebenen Praktiken im alltäglichen Leben oder ihres eigenen Verhaltens gefördert hat (z.B.: Bilstrup et al., 2022; Hargittai & Marwick, 2016; Vartiainen et al., 2021b). Im Kontrast dazu deuten die Ergebnisse dieser Untersuchung darauf hin, dass das Erklärmodell Schüler:innen dabei helfen könnte, im Alltag aktivere Rollen zum Auseinandersetzen mit ddA einzunehmen und informierte Entscheidungen zu treffen.

8.4.4 Limitationen

Diese Untersuchung umfasst verschiedene Limitationen. Zunächst ist dazu das Messinstrument zu nennen. So wird beispielsweise der Faktor der Handlungsfähigkeit durch ein einzelnes offenes Item gemessen, was diesen Teil des Fragebogens in seiner Güte einschränkt und etwa die Validität und Tiefe der Ergebnisse dahingehend limitiert. Die Entscheidung dafür lag darin, dass bei diesem Zyklus die Bedeutung und der Beitrag zur Handlungsfähigkeit exploriert werden sollten und so die Handlungsfähigkeit nicht im Detail operationalisiert werden sollte. Die qualitativen Daten zu diesem Item haben schließlich ein Explorieren der Perspektiven der Schüler:innen auf die Interaktion mit ddA ermöglicht. So konnte anhand der Antworten untersucht werden, wie sie ihre Rolle in diesen Interaktionen sehen und ob sie beispielsweise resignierte Haltungen haben. Mit der Analyse konnten so verschiedene Aspekte auf einem Kontinuum zwischen wahrgenommener Machtlosigkeit und informierten und reflektierten Rollen identifiziert werden. Diese unterstützen die Theoriebildung für Datenbewusstsein, wie nachfolgend beschrieben wird, sollten in weiterer Forschung allerdings weiter untersucht und validiert werden, um schließlich auch diese Komponente des Fragebogens weiterzuentwickeln.

Des Weiteren wurde in dem Fragebogen das Auseinandersetzen mit der Rolle von Daten in alltäglichen Interaktionen mit ddA durch die beiden Komponenten der Motivation und Intention modelliert. Somit wurden Prädiktorvariablen für das Verhalten verwendet und nicht das Verhalten beobachtet, was durch die Problematik, das Verhalten der Schüler:innen im Alltag nicht realistisch beobachten und kein Tracking des Verhaltens der Schüler:innen durchführen zu können, begründet war. Die Ergebnisse dahingehend geben trotz der Evidenz im Stand der Forschung zu Implementation Intentions nicht garantiert Auskunft darüber, dass sich die Schüler:innen so verhalten werden.

Eine weitere Limitation betrifft die Auswahl der Teilnehmenden. Diese stellen eine Zufallsstichprobe von Schüler:innen in einer moderaten Größe dar. Ein Sample Selection Bias ist aufgrund der Auswahl der Lehrkräfte über die Netzwerke und vorherigen Kollaborationen nicht auszuschließen, was die Verallgemeinerbarkeit der Ergebnisse einschränkt. Die Untersuchung wurde allerdings in natürlichen Schulsituationen mit verschiedenen Lehrkräften verschiedener Schulen durchgeführt, was die ökologische Validität stützt.

Die Wahl in dem Studiendesign keine Kontrollgruppe zu wählen, stellt eine weitere Limitation für diese Untersuchung dar. So schränkt das Fehlen der Kontrollgruppe die Interpretationen zur Qualität der Unterrichtsintervention und deren Wirkungen ein. Das Studiendesign fokussierte jedoch auf die Exploration von Datenbewusstsein und der Eva-

uation des Konzepts, wie es in der Intervention durchgeführt wurde, und weniger auf den Vergleich des Ansatzes zu anderen Ansätzen. Die Ergebnisse sollten also nicht als Effektivität im Sinne eines solchen Vergleichs interpretiert werden. Im Sinne der Forschungsfragen erlaubt die Untersuchung dennoch eine Aussage über die Wirkungen der Unterrichtsintervention und des Ansatzes, etwa hinsichtlich des Verständnisses des Erklärmodells oder dem Bezug des Gelernten zum Alltag. Insbesondere stützen die Ergebnisse der SEM-Analyse mögliche Interpretationen hinsichtlich der Wirkungen einer Verständnisentwicklung auf die anderen untersuchten Aspekte.

8.5 Schlussfolgerungen und Reflexion im Rahmen des Vorhabens

Zusammenfassung des Zyklus In diesem Zyklus wurde der unterrichtliche Ansatz zur Förderung von Datenbewusstsein untersucht. Dabei sollte untersucht werden, ob das Lernen des Erklärmodells dazu beitragen kann, dass die Schüler:innen dieses mit ihren alltäglichen Interaktionen mit ddA verknüpfen, in diesen Situationen nutzen können und wollen sowie ihnen dies hilft, eine Handlungsfähigkeit zu entwickeln. Für die Untersuchung der verschiedenen Aspekte wurde ein Fragebogen entwickelt und evaluiert. Mit diesem wurde die Unterrichtsintervention zu den Empfehlungsdiensten evaluiert.

Die Untersuchung zeigte, dass viele Schüler:innen ein konzeptionelles Verständnis im Sinne des Erklärmodells entwickelt haben und die Konzepte auf andere Beispiele für ddA anwenden konnten. Die Motivation sich mit der Rolle von Daten in Interaktionen mit ddA auseinanderzusetzen ist eher moderat und konnte durch die Intervention nur leicht gefördert werden. Die Intention diesbezüglich ist hingegen signifikant gestiegen. Viele Schüler:innen planen oder nehmen sich vor, sich in alltäglichen Interaktionen mit ddA häufiger mit den Datenpraktiken auseinanderzusetzen; mit anderen Worten häufiger in einen Halt-Stopp-Moment einzutreten und einen Fokuswechsel in diesen Interaktionen zu vollziehen. Des Weiteren zeigten die Ergebnisse, dass die Schüler:innen neue Perspektiven auf die Interaktionen mit ddA gewonnen haben, die für mehr Handlungsfähigkeit sprechen. Dazu deuten die Ergebnisse an, dass das Verstehen des Erklärmodells eine solche Handlungsfähigkeit fördern kann.

Reflexion des Zyklus im Sinne der Konzeptentwicklung Im Folgenden wird der Zyklus im Hinblick auf das Forschungsvorhaben reflektiert. Dabei steht die Konzeptentwicklung im Mittelpunkt, insbesondere hinsichtlich der theoretischen Konzeption und der Folgerungen für den didaktischen Ansatz. Darüber hinaus werden Erfahrungen zur empirischen Untersuchung von Datenbewusstsein aufgegriffen. Wesentliche Aspekte dieser Reflexion sind in Tabelle 8.9 zusammengefasst, die bereits in der Reflexion der ersten beiden Zyklen begonnen wurde.

Auch in diesem Zyklus haben die Ergebnisse zur weiteren Konzeptentwicklung beigetragen. Zunächst ist anzumerken, dass die Ergebnisse die Zielsetzungen des Konzepts unterstützen und schärfen, insbesondere im Hinblick auf das Verständnis von Datenbewusstsein als einen Zugang zur datengetriebenen Welt. Darüber hinaus trägt der Zyklus zu der theoretischen Konzeption von Datenbewusstsein und dessen theoretischen Elementen bei (siehe Abschnitt 4.3.1). Hervorzuheben ist dabei die dritte Forschungsfrage zur Ent-

Tabelle 8.9: Reflektierender Überblick zum dritten Zyklus

	Zyklus 1	Zyklus 2	Zyklus 3
Fokus	Verstehen der Konzepte zur Datenerhebung und der Datenverarbeitungszwecke sowie Reflektieren der eigenen Interaktionen mit ddA	Von Schüler:innen wahrgenommene Bedeutsamkeit des Lernens der Konzepte des Erklärmodells	Entwicklung einer Handlungsfähigkeit zusammen mit Verstehen des Erklärmodells und Auseinandersetzen mit ddA im Alltag
Empirischer Zugang	Verstehen der Datenerhebung und der Datenverarbeitungszwecke sowie Reflektieren der alltäglichen Interaktionen mit ddA explorativ gemessen (Fragebogen)	Explorative Auswertung retrospektiver Interviews zum Verständnis der Konzepte des Erklärmodells und der subjektiv wahrgenommenen Bedeutsamkeit im Lernen über ddA	Messen eines Verständnisses des Erklärmodells, dessen Anwendung im Alltag und explorieren der Entwicklung einer Handlungsfähigkeit (Fragebogen)
Beitrag zur theoretischen Konzeption	Unterstützung und Schärfung der Zielsetzung zum theoretischen Element des Verstehens und Reflektierens	Beitrag zum Identifizieren der theoretischen Elemente der Konzeption von Datenbewusstsein; Unterstützung und Schärfung der Zielsetzung und der theoretischen Konzeption zu den theoretischen Elementen des Fokuswechsels, der Auseinandersetzung mit ddA und der Handlungsfähigkeit	Beitrag zum Identifizieren und Schärfung der theoretischen Elemente der Konzeption von Datenbewusstsein; Impulse zur Ausdifferenzierung der Bedeutung von Handlungsfähigkeit im Sinne Datenbewusstseins
Folgerung für den didaktischen Ansatz	Perspektivwechsel zur Rolle des Erklärmodells: Nicht nur Grundlage für Unterrichtsplanung, sondern auch Lerngegenstand; Einführung der Konzepte des Erklärmodells systematischer auf dekontextualisierter Ebene	Ausführlichere Thematisierung des Konzepts der Datenmodelle; Verbesserung der systematischen Umsetzung der Einführung der Konzepte mittels De- und Rekontextualisierung; Integration einer Aktivität zum Reflektieren der eigenen Rolle in Interaktionssystemen mit ddA (z.B. bezüglich Handlungsmöglichkeiten)	Erklärmodell als Zusammenführung der verschiedenen Konzepte als konkreter Unterrichtsgegenstand

wicklung der Handlungsfähigkeit der Schüler:innen durch das Lernen des Erklärmodells. Dies hat zur Schärfung des Verständnisses von Handlungsfähigkeit im Sinne Datenbewusstseins beigetragen. Darüber hinaus haben die Ergebnisse vier Kategorien aufgezeigt, die zur Identifizierung der vier theoretischen Elemente des Konzepts beigetragen haben. Die vier Codes der qualitativen Analyse zur Handlungsfähigkeit bieten somit Impulse für die anschließende weitere Ausarbeitung der vier theoretischen Elemente, wie sie letztlich in der vorliegenden Arbeit in Abschnitt 4.3.1 dargestellt wurden. Die vier Codes spiegeln somit die Elemente des Halt-Stopp-Moments, des Fokuswechsels und der Auseinandersetzung mit der Rolle von Daten sowie schließlich der Entwicklung einer Handlungsfähigkeit wider.

Aufgrund des Fokus auf die Handlungsfähigkeit, soll dieses theoretische Element nachfolgend zunächst näher diskutiert werden (siehe Abschnitt 4.3.5 für dieses theoretische Element). Im Hinblick auf die Antworten der Schüler:innen war die letzte der vier Code Kategorien als Bedeutung von Handlungsfähigkeit im Wesentlichen auf das Erkennen und Wählen von Handlungsmöglichkeiten und entsprechende informierte Entscheidungen bezogen. In der theoretischen Konzeption soll diese allerdings im Sinne des Kontinuums zwischen Nutzen und Gestalten von ddA (vgl. Fischer & Giaccardi, 2006) nicht darauf begrenzt sein, sondern eine situative Wahl von verschiedenen Rollen auf einem solchen Kontinuum umfassen. Datenbewusstsein ist somit in der theoretischen Konzeption für das

gesamte Kontinuum angelegt, gleichwohl sich dies in den Ergebnissen dieses Zyklus noch nicht vollständig darstellen lassen konnte. Dieser Zyklus hat dennoch erste Hinweise für die Transformation der Rollen der Schüler:innen auf diesem Kontinuum weg von den passiven Rollen hin zu aktiveren und informierteren Rollen aufgezeigt. Im Hinblick darauf zeigten die Ergebnisse des Zyklus auch, dass die Handlungsfähigkeit gerade auch eine situative Wahl solcher Rollen darstellt. Wie im Abschnitt 4.3.5 diskutiert, beschreibt eine Handlungsfähigkeit im Sinne Datenbewusstseins auch die aktive Gestaltung von ddA und deren Anpassung an die eigenen Positionen und Bedürfnisse, wohl wissend, dass dies für kommerzielle ddA durchaus limitiert sein kann (siehe auch die Diskussion zur Wechselwirkung in Abschnitt 4.2.3). Diese weiteren Rollen auf einem Kontinuum der selbstbestimmten, mündigen und verantwortungsvollen Handlungsfähigkeit, also insbesondere auch die gestaltenden Rollen, sollten in zukünftiger Forschung weitergehend untersucht werden, was auch die Weiterentwicklung dieser Komponente im Messinstrument umfasst. Für die weitere Entwicklung von Unterrichtsinterventionen für Datenbewusstsein sollte dies ebenfalls bedeuten, dass solche aktiven Gestaltungen von ddA weitergehend integriert werden.

In Ergänzung zu der Handlungsfähigkeit ist ebenfalls das theoretische Element der Auseinandersetzung zu ddA hervorzuheben (siehe Abschnitt 4.3.4 für dieses theoretische Element). In diesem Zyklus wurde eine Operationalisierung für das Untersuchen dieser Auseinandersetzung mit ddA in alltäglichen Situationen entwickelt. Diesbezüglich trug dieser Zyklus dazu bei, dieses theoretische Element besser zu verstehen und auszudifferenzieren.

Der Zyklus liefert zudem Anregungen für die Weiterentwicklung des Unterrichtsvorhabens sowie des didaktischen Ansatzes des Konzepts. Eine wesentliche Erkenntnis bezieht sich auf das Erklärmodell. Bislang lag der Schwerpunkt in den Unterrichtsvorhaben auf der Erarbeitung und Verwendung der einzelnen Konzepte. Mit Blick auf die Unterrichtsphasen, in denen die Konzepte abstrahiert und die Interaktionssysteme reflektiert werden, konnte beobachtet werden, dass die Verwendung des Erklärmodells als konkretes Modell im Unterricht eine sinnvolle Ergänzung im Unterricht darstellen würde. In der Weiterentwicklung der Unterrichtsvorhaben könnte dies beispielsweise so umgesetzt werden, dass vor dem letzten Teil der Unterrichtsvorhaben, in denen das Erklärmodell als analytische Brille auf weitere Beispiele für ddA angewendet wird, das Erklärmodell im Rahmen einer Zusammenführung der verschiedenen Konzepte eingeführt wird. Dies kann die Abstraktion des Gelernten. Zudem ermöglicht es die explizite Verwendung des Erklärmodells in der visualisierten Form und kann so potenziell dessen Anwendung auf andere ddA (auch im Alltag) unterstützen. Dies wurde für den didaktischen Ansatz des Konzepts in Abschnitt 4.4 bereits als Ergebnis für die Entwicklung der Interventionen beschrieben und so in der schematischen Darstellung des Ansatzes zum Erklärmodell in den Unterrichtsinterventionen der Abbildung 4.12 als Zwischenstufe integriert.

Im Hinblick auf das Erklärmodell kann erwähnt werden, dass die Fragebogenentwicklung zur Schärfung der verschiedenen Konzepte des Modells beigetragen hat. So wurde dabei insbesondere das Konzept der Datenmodelle differenzierter operationalisiert; ein Aspekt, der im ersten Zyklus, beispielsweise bei der Erfassung des Verständnisses, eher eine zweitrangige Bedeutung eingenommen hatte. Dadurch wurde dieses Konzept wesentlich weiterentwickelt und präzisiert.

Teil V

Schließender Teil

Zusammenfassung und Fazit

In diesem Kapitel wird das Dissertationsvorhaben zusammengefasst und reflektiert. Dabei liegt der Fokus nicht auf der Diskussion von Einzelergebnissen, wie etwa aus den Zyklen, da diese bereits in den vorherigen Kapiteln diskutiert wurden. Stattdessen wird eine übergreifende Perspektive auf das Forschungsvorhaben eingenommen.

9.1 Zusammenfassung

Angesichts der zunehmenden Bedeutung datengetriebener Anwendungen im Alltag der Schüler:innen sieht diese Arbeit einen Bedarf, dass Schüler:innen über datengetriebene digitale Artefakte (ddA) etwas lernen und dadurch dazu befähigt werden sollen, sich selbstbestimmt und mündig in der datengetriebenen Welt bewegen zu können. Dazu wurde in diesem Dissertationsvorhaben ein fachdidaktisches Konzept entwickelt und evaluiert, welches Datenbewusstsein genannt wird. Das grundlegende Ziel von Datenbewusstsein besteht darin, dass Schüler:innen befähigt werden, sich mit ddA aus ihrem Alltag auseinanderzusetzen und die Rolle von Daten sowie ihre eigene Rolle innerhalb ihrer Interaktion mit den ddA zu verstehen und zu reflektieren. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Betrachtung persönlicher Daten. Datenbewusstsein soll somit dazu beitragen, ddA im eigenen Alltag zu hinterfragen anstatt sie nur zu benutzen, eigene informierte Positionen denen gegenüber einzunehmen und davon ausgehend eine selbstbestimmte, mündige und verantwortungsvolle Handlungsfähigkeit in einer datengetriebenen Welt zu entwickeln.

Das Vorgehen zur Entwicklung und Evaluation des Konzepts Datenbewusstsein orientiert sich am Ansatz des Design-Based Research (DBR). Zentrale Ziele bei DBR sind die Theoriebildung und die Designentwicklung, wodurch Beiträge auf wissenschaftlich-theoretischer und schulpraktischer Ebene entstehen sollen (siehe Abschnitt 3.2). Im Hinblick darauf orientiert sich das Dissertationsvorhaben an zwei übergeordneten Leitfragen:

(L1) Wie lässt sich Datenbewusstsein für den allgemeinbildenden Informatikunterricht konzeptionieren?

(L2) Wie lässt sich ein Datenbewusstsein von Schüler:innen durch Unterrichtsinterventionen fördern?

Die erste Frage umfasst die Entwicklung eines theoretischen Rahmens für Datenbewusstsein. Dies umfasst aus einer bildungsorientierten Perspektive zu beantworten, worum es bei Datenbewusstsein thematisch gehen soll, worauf Datenbewusstsein abzielt und was Datenbewusstsein konkret bedeutet. Dazu wurde im Rahmen dieser Arbeit die thematische Ausrichtung erschlossen (siehe Abschnitt 4.2) sowie die Zielsetzungen des Konzepts und eine theoretische Konzeption von Datenbewusstsein entwickelt (siehe Abschnitt 4.3). Dies wird später näher diskutiert.

Bei der zweiten Leitfrage geht es darum, zu untersuchen, wie Datenbewusstsein im Informatikunterricht gefördert werden kann. Dies zielt auf die Erarbeitung eines didaktischen Ansatzes für den Informatikunterricht ab (siehe Abschnitt 4.4). So bezieht sich das zu entwickelnde Design auf einen didaktischen Ansatz und weniger auf konkrete Unterrichtsvorhaben. Zur Entwicklung dieses Ansatzes sind im Sinne dieser Leitfrage dennoch Unterrichtsvorhaben erforderlich, anhand derer die Förderung von Datenbewusstsein empirisch untersucht werden kann. Zudem umfasst dies die Entwicklung von Messinstrumenten zum Erfassen von Datenbewusstsein. Ausgehend von den Unterrichtsvorhaben und den Erkenntnissen aus empirischen Untersuchungen konnte der empirische Ansatz abstrahiert werden.

Als Ausgangslage dieses Vorhabens orientiert sich diese Arbeit an Bildungstheorien sowie den Konzepten der Agency und Empowerment (siehe Abschnitt 2.2) und knüpft unter anderem am fachdidaktischen Rahmen der Hybriden Interaktionssysteme (HIS) an, in dem eine Betrachtung von Interaktionssystemen bestehend aus Mensch, digitalem Artefakt und der Interaktion zwischen diesen beiden Akteuren vorgeschlagen wird (siehe Abschnitt 2.3). Aus dieser theoretischen Grundlage wurden insbesondere übergeordnete Ziele wie Selbstbestimmung und Mündigkeit entnommen sowie die Idee der Aneignung und Verwendung von Deutungs- und Orientierungsrahmen (oder auch Frames) im Hinblick auf das eigene Selbst (Selbstbild) und die Welt (Weltbild) sowie die eigenen Handlungsweisen adaptiert (siehe Abschnitt 2.2.1).

Bei der Erarbeitung der Ausgangslage in Kapitel 2 wurden vier Erkenntnisse aus der Forschung zu Schüler:innenperspektiven im Hinblick auf ddA und persönliche Daten erarbeitet. Diese stellen unterschiedliche Herausforderungen für das Lernen über ddA dar, aus denen ein Bedarf für das Konzept Datenbewusstsein abgeleitet wird. Dies umfasst folgende Aspekte: (1) Studien zeigen, dass viele Schüler:innen nur ein geringes Bewusstsein und Verständnis für die Erhebung und Verarbeitung von Daten über sie haben; (2) Studien zeigen, dass vielen Nutzende ihre Privatsphäre wichtig ist, sich dies im tatsächlichen Verhalten aber nur selten widerspiegelt; (3) Studien weisen darauf hin, dass sich viele Nutzende von (datengetriebenen) digitalen Artefakten im Hinblick auf die Datenpraktiken handlungsunfähig fühlen und resignierte Haltungen entwickeln; und (4) Studien deuten an, dass es für Schüler:innen eine Hürde darstellen kann, erlernte Konzepte aus dem Unterricht mit ihrem Alltag zu verknüpfen, in alltäglichen Situationen anzuwenden und handlungsfähig zu werden (siehe Abschnitt 2.6).

Für das Vorgehen dieses Forschungsvorhabens wurde ausgehend von bestehenden Ansätzen und Modellen für DBR-Vorhaben ein eigenes Vorgehensmodell erstellt. Dieses legt einen Fokus auf die Theoriebildung zum Konzept, was sowohl die theoretische Konzeption von Datenbewusstsein als auch den didaktischen Ansatz umfasst. Das Vorgehensmodell setzt sich aus vier Bausteinen zusammen: (1) die Analyse und Erschließung des Kontexts und Problems, (2) die Entwicklung von Unterrichtsvorhaben und eines Erklärmodells, (3)

praktische und empirische Evaluationen und (4) theoretische Konzeption und didaktischer Ansatz. Das Vorgehensmodell wurde in Kapitel 3 entwickelt und begründet (siehe auch Abbildung 3.1). Das Vorgehen wird nachfolgend im Abschnitt 9.2 reflektiert. Hervorzuheben bei diesem Vorgehensmodell ist, dass es verschiedenste Schritte umfasst, die wechselseitig ablaufen, insbesondere Theoriearbeit, Entwicklungsarbeit von Unterrichtsvorhaben sowie empirische Untersuchungen. Das Vorgehen war am primären Ziel ausgerichtet, die theoretische Konzeption und den didaktischen Ansatz zu entwickeln, was sowohl durch theoretische Grundlagen geleitet als auch durch die Erkenntnisse aus den empirischen Untersuchungen theorieorientiert gestaltet ist. Im Hinblick auf die empirischen Untersuchungen wurden in diesem Vorhaben neben Zyklen mit praktischen Erprobungen drei Zyklen mit empirischen Untersuchungen durchgeführt (siehe für die Erläuterung der beiden Arten von Zyklen Abschnitt 3). Diese drei Zyklen wurden in den Kapitel 6 bis 8 vorgestellt. Sie bilden zentrale Elemente in der Entwicklung und Evaluation des Konzepts. Das Konzept Datenbewusstsein, wie es mit diesem Vorgehen als Hauptergebnis dieser Arbeit erarbeitet wurde, wird im Folgenden zusammengefasst.

Zusammenfassung des Konzepts Datenbewusstsein

Anknüpfend an die Ziele der Arbeit setzt sich das Konzept Datenbewusstsein somit aus drei Bereichen zusammen: (1) die Klärung der thematischen Ausrichtung, (2) die theoretische Konzeption von Datenbewusstsein und Festlegung der Zielsetzungen sowie (3) der didaktische Ansatz zur Förderung von Datenbewusstsein. Diese Bereiche wurden in Kapitel 4 ausführlich vorgestellt und werden im Folgenden zusammengefasst und reflektiert.

Thematische Ausrichtung Zur Erarbeitung der thematischen Ausrichtung wurde in Orientierung an den HIS-Rahmen eine Charakterisierung der spezifischen Art von Interaktionssystemen vorgenommen, in denen Mensch und ddA interagieren (siehe Abschnitt 4.2). Dabei wurde ein Fokus auf die Rolle von persönlichen Daten gelegt. Ausgehend von der interaktionsgeprägten Sichtweise auf ddA – in Orientierung an den HIS-Rahmen – wurden verschiedene Aspekte dieser Interaktionssysteme untersucht: Neben der Klärung was ddA sind, wurde die Rolle von Daten charakterisiert und die Besonderheiten der Interaktion in dieser Art der Interaktionssysteme diskutiert. Diese Charakterisierung dient der Spezifizierung worum es thematisch bei dem Konzept Datenbewusstsein geht. Darüber hinaus liefert es die Grundlage für ein Erklärmodell, das als Teil des didaktischen Ansatzes erarbeitet wurde.

Zielsetzungen und Theoretische Konzeption Ausgehend von einer allgemeinbildenden Ausrichtung des Konzepts Datenbewusstsein wurden zunächst die übergeordneten Ziele des Konzepts festgelegt. Dies umfasst insbesondere die Idee, Deutungs- und Orientierungsrahmen – in Anlehnung an das Bildungsverständnis, wie es in Abschnitt 2.2.1 diskutiert wurde – bereitzustellen, womit die Schüler:innen die Rolle von Daten und ihre eigene Rolle in alltäglichen Interaktionen mit ddA erkennen, verstehen und reflektieren können. Das was als Deutungs- und Orientierungsrahmen bezeichnet wird hat sich im Verlauf der Arbeit als ein sogenanntes Erklärmodell herausgestellt. Dieses Erklärmodell stellt eine Sichtweise auf alltägliche ddA bereit, die als Grundlage für die Auseinandersetzung mit ddA dienen soll. Zusammengeführt wird dies auf die folgende Definition:

***Datenbewusstsein** ist als Zugang zur datengetriebenen Welt zu verstehen und beschreibt, die eigene Rolle in Interaktionssystemen mit ddA sowie die Rolle von Daten in diesen Interaktionssystemen wahrnehmen, verstehen und reflektieren zu können. Damit soll Datenbewusstsein zu einer selbstbestimmten, mündigen und verantwortungsvollen Handlungsfähigkeit in einer datengetriebenen Welt beitragen.*

Im Rahmen der Theoriebildung wurden vier theoretische Elemente als Teil der Konzeption von Datenbewusstsein entwickelt. Diese erklären zusammengefasst was Datenbewusstsein bedeutet. Sie basieren sowohl auf Theoriearbeit als auch auf Erkenntnissen aus den Zyklen. Die Elemente werden im Folgenden zusammengefasst:

- **Halt-Stopp-Moment** (siehe Abschnitt 4.3.2): Mit dem Halt-Stopp-Moment wird aufgegriffen, dass ein Individuum sich nicht ständig mit der Rolle von Daten in ddA aus dem eigenen Alltag auseinandersetzen muss – und vermutlich rein praktisch nicht kann. Die Kernidee ist, dass ein Individuum jedoch in der Lage ist, nach eigenem Ermessen situativ zu entscheiden, sich mit dem Interaktionssystem mit einem ddA auseinanderzusetzen. Diese situativen Entscheidungen beschreiben ein *stoppen* der bisherigen Interaktion und damit ein (vorübergehendes) Absehen von den eigentlichen Handlungszielen. Der Interaktionsverlauf wird also unterbrochen und kann etwa anschließend von dem Individuum bewusst anders gestaltet werden.
- **Fokuswechsel mithilfe Deutungs- und Orientierungsrahmen** (siehe Abschnitt 4.3.3): Im Rahmen des Halt-Stopp-Moments wurde bereits erwähnt, dass der Interaktionsverlauf unterbrochen wird damit sich das Individuum mit dem ddA auseinandersetzen kann. Das umfasst in der Regel auch eine Neuausrichtung der eigenen Aufmerksamkeit. Diese Ausrichtung wird hier als Fokuswechsel bezeichnet. Anknüpfend an die Diskussionen zu den Deutungs- und Orientierungsrahmen – aus dem Bildungsverständnis und der Idee der Frames – sowie des Bewusstseinsbegriffs geht es bei dem Fokuswechsel darum, dass das Individuum bewusst einen Deutungs- und Orientierungsrahmen (oder auch Frame) wählt und sich aus dieser Sichtweise mit dem Interaktionssystem auseinandersetzt. Dies kann beispielsweise das Erklärmodell für Datenbewusstsein sein, das eine Sichtweise mit einem Fokus auf die Rolle von Daten beschreibt. Das bedeutet, ein Fokuswechsel beschreibt die gezielte Ausrichtung der Aufmerksamkeit auf bestimmte Aspekte wie die Rolle der Daten, die eigene Rolle und das eigene Handeln.
- **Auseinandersetzung mit Interaktionssystemen mit ddA (Verstehen und Reflektieren)** (siehe Abschnitt 4.3.4): Situativ wurde im Rahmen des Halt-Stopp-Moments entschieden und durch den Fokuswechsel initiiert, dass das Individuum sich mit dem Interaktionssystem auseinandersetzt. Für Datenbewusstsein orientiert sich diese an dem Erklärmodell, das als analytische Brille für die aktive Auseinandersetzung mit solchen Interaktionssystemen dient. Im Fokus stehen dabei Verstehen und Reflektieren. Das Verstehen des Interaktionssystems bezieht sich im Wesentlichen darauf, die Rolle von Daten als wesentlichen Aspekt der Funktionsweise von ddA aus der Sicht von Datenbewusstsein sowie die eigene Rolle in diesen Interaktionen zu verstehen. Dafür wird etwa das Erklärmodell auf ein alltägliches ddA

angewendet, um beispielsweise die Datenerhebung und -verarbeitung, die Datenmodelle und die Implikationen im Sinne der Wechselwirkung zu erfassen. Dies bietet die Grundlage für das Reflektieren dieser verschiedenen Aspekte im Hinblick auf die Selbst- und Weltsicht des Individuums sowie dessen Verhaltensweisen. Es umfasst somit etwa die eigene Rolle und das eigene Verhalten zu reflektieren, alternative Interaktionsverläufe in den Blick zu nehmen oder eigene Positionen gegenüber den Datenpraktiken des ddA einzunehmen, wofür zum Beispiel erkannt werden sollte, dass ein ddA mit den entsprechenden Zwecken bestimmte Intentionen hat, die sich auf im Rahmen der Wechselwirkung widerspiegeln können.

- **Handlungsfähigkeit im Sinne Datenbewusstseins** (siehe Abschnitt 4.3.5): Durch das Wahrnehmen, Verstehen und Reflektieren der eigenen Rolle in Interaktionssystemen mit ddA sowie der Rolle von Daten in diesen Interaktionssystemen soll ein Beitrag zu einer Handlungsfähigkeit in einer datengetriebenen Welt entstehen. Basierend auf der theoretischen Grundlage dieser Arbeit wird die Handlungsfähigkeit in einer datengetriebenen Welt hier als selbstbestimmte, mündige und verantwortungsvolle Handlungsfähigkeit verstanden. Dies knüpft insbesondere an das Bildungsverständnis, die Konzepte Agency und Empowerment sowie die Idee der Wahl von Rollen zwischen Nutzen und Gestalten an. Hervorzuheben ist dazu, dass diese Handlungsfähigkeit auf ein Verständnis der Interaktionssysteme mit ddA beruht, worauf aufbauend unter anderem Handlungsmöglichkeiten erkannt und bewertet sowie reflektierte und verantwortungsvolle Handlungsentscheidungen getroffen werden können. Die Handlungsfähigkeit zielt dabei auf die bewusste Wahl einer Rolle auf einem Consumer-Designer-Kontinuum ab, die das Individuum treffen kann und so nach eigenem Ermessen gestaltend auf die datengetriebene Welt wirken kann.

Didaktischer Ansatz Der im Rahmen dieses Vorhabens entwickelte didaktische Ansatz beschreibt im Kern das Lernen eines Erklärmodells für Interaktionssysteme mit ddA (siehe Abschnitt 4.4). Ausgehend von der Charakterisierung der Interaktionssysteme mit ddA wurden Konzepte für die Rolle von Daten erarbeitet, mit denen ein Erklärmodell für Datenbewusstsein entwickelt wurde. Es geht von dem Interaktionssystem, bestehend aus Mensch, ddA und der Interaktion zwischen diesen beiden Akteuren aus. Darüber hinaus beinhaltet es fünf Konzepte im Hinblick auf die Rolle von Daten: explizite und implizite Datenerhebung, Datenmodelle über Nutzende sowie primäre und sekundäre Zwecke der Datenverarbeitung (siehe Abschnitt 4.4.2). Dieses Erklärmodell bietet außerdem die Grundlage die Interaktion sowie die Wechselwirkung in diesen Interaktionssystemen zu betrachten (siehe Abschnitt 4.2.3). Das Erklärmodell ist in Abbildung 9.1 zusammenfassend dargestellt, für genauere Erklärungen dessen sei auf Abschnitt 4.4.2 verwiesen.

Die Kernidee des didaktischen Ansatzes besteht darin, dass Schüler:innen dieses Erklärmodell schrittweise im Unterricht lernen und auf Beispiele von ddA aus ihrem Alltag anwenden (siehe Abschnitt 4.4 zur Vorstellung des didaktischen Ansatzes). Der Prozess läuft in drei Phasen ab. In der ersten Phase erarbeiten die Schüler:innen anhand eines Beispiels für ein Interaktionssystem mit einem ddA aus ihrem Alltag nacheinander die Konzepte des Erklärmodells – wofür etwa ein Ansatz des kontextbasierten Lernens und die Idee der De- und Rekontextualisierungen umgesetzt werden kann. In der zweiten Phase werden die Konzepte zum Erklärmodell zusammengetragen und visualisiert. In der drit-

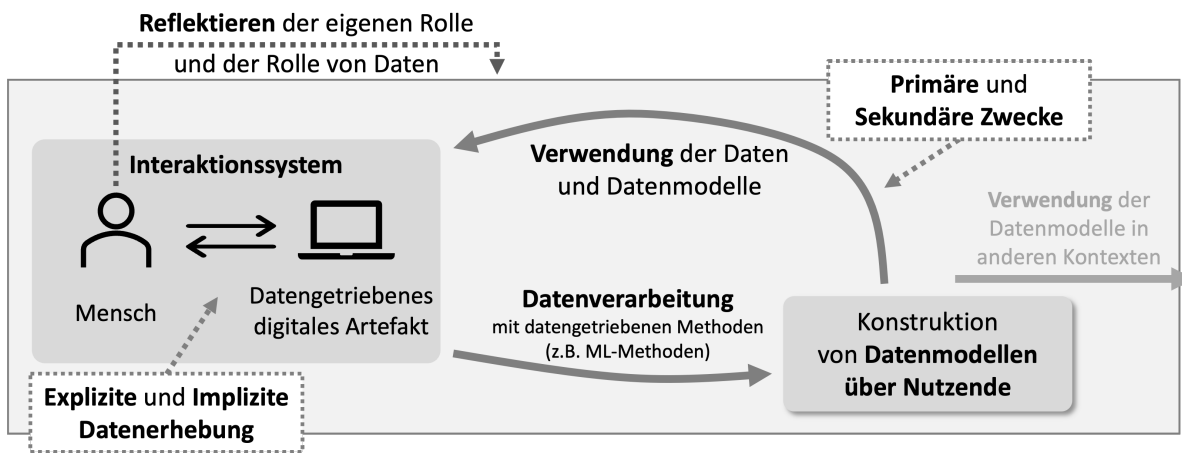


Abbildung 9.1: Erklärmodell für Interaktionssysteme mit ddA (siehe auch Abbildung 4.11 im Abschnitt 4.4.2)

ten Phase wenden die Schüler:innen das Erklärmodell als analytische Brille auf weitere Beispiele für ddA aus ihrem Alltag an.

Beantwortung der Forschungsfragen

In Orientierung an den zwei genannten Leitfragen für dieses Forschungsvorhaben wurden eine theoretisch und drei empirische Forschungsfragen formuliert, die in den jeweiligen Zyklen weiter ausdifferenziert wurden. Die zentralen Ergebnisse zu den Forschungsfragen werden in diesem Abschnitt zusammengefasst.

(RQ1_{Diss}) Welche Rolle spielen Daten in Interaktionssystemen mit datengetriebenen digitalen Artefakten?

(RQ2_{Diss}) Wie können Schüler:innen durch Unterricht befähigt werden, in alltäglichen Interaktionen mit datengetriebenen digitalen Artefakten die Rolle von Daten erkennen, verstehen und reflektieren zu können?

(RQ3_{Diss}) Inwiefern kann das Lernen über datengetriebene digitale Artefakte für Schüler:innen in ihren alltäglichen Interaktionen mit datengetriebenen digitalen Artefakten subjektiv bedeutsam sein?

(RQ4_{Diss}) Inwiefern kann das Lernen eines Erklärmodells für datengetriebene digitale Artefakte dazu beitragen, dass Schüler:innen gelernte Konzepte im Alltag nutzen und eine Handlungsfähigkeit in Interaktionen mit datengetriebenen digitalen Artefakten entwickeln?

Die erste Forschungsfrage stellt keine empirisch zu beantwortende Frage dar, sondern wird theorie- und literaturbasiert erarbeitet. Diese Frage richtet sich an die inhaltliche Charakterisierung der Interaktionssysteme mit ddA. Diese erfolgte ausgehend von der vom HIS-Rahmen vorgeschlagenen Betrachtungsweise und zielt darauf ab, aus fachdidaktischer Perspektive die Besonderheiten der speziellen Art der Interaktionssysteme mit ddA zu erarbeiten, wobei der Fokus auf der Rolle von Daten liegt (siehe Abschnitt 4.2). Die Charakterisierung bildete zudem die Grundlage für das Erklärmodell, das somit den Kern

für die Antwort auf diese Frage darstellt. Dies wurde bereits zuvor im Hinblick auf das Konzept beschrieben.

Bei der zweiten Forschungsfrage (RQ2_{Diss}) geht es um die Förderung des Verständnisses der Schüler:innen von ddA und der Rolle der Daten. Alle drei Zyklen liefern Ergebnisse zu dieser Forschungsfrage, auch wenn sie unterschiedliche Schwerpunkte und Herangehensweisen haben. Dabei bildete der dritte Zyklus beim Erfassen des Verständnisses der Schüler:innen von der Rolle von Daten am differenziertesten die Konzepte des Erklärmodells ab. Die Erhebungen bezogen sich auf unterschiedliche Beispiele für ddA aus dem Alltag der Schüler:innen. Zusammengenommen zeigen die Zyklen, dass Schüler:innen durch die Unterrichtsinterventionen in Orientierung an das Erklärmodell ein konzeptionelles Verständnis der Rolle von Daten in Interaktionssystemen mit ddA entwickeln und die Rolle von Daten in einem gegebenen Beispiel für ein ddA beschreiben können, das zuvor nicht im Unterricht thematisiert wurde. Dies konnte sich über die Zyklen hinweg bestätigen lassen. Insbesondere zeigte sich, dass die Schüler:innen eine differenziertere Perspektive auf die Rolle von Daten entwickeln. Im Hinblick auf das Reflektieren, was ebenfalls in der Forschungsfrage angesprochen wurde, geben alle Zyklen Hinweise darauf, dass die Unterrichtsinterventionen die Schüler:innen dazu anregt, sich mit ddA in ihrem Alltag häufiger auseinanderzusetzen und ihr eigenes Verhalten zu reflektieren. Insbesondere die Ergebnisse des zweiten und dritten Zyklus geben darauf differenziertere Perspektiven und zeigen, dass die Schüler:innen angeben, mithilfe des Gelernten ihre Interaktionen mit ddA und die Implikationen ihrer Handlungen besser verstehen, neue Perspektiven auf ihre alltäglichen Interaktionen mit ddA gewonnen zu haben und anders darüber nachdenken.

Mit der dritten Forschungsfrage soll untersucht werden, ob die Schüler:innen eine subjektive Bedeutsamkeit darin wahrnehmen, etwas über ddA zu lernen. Hintergrund dieser Frage ist das Problem, dass viele Schüler:innen scheinbar ein Lernen von Wissen und Fähigkeiten über ddA und Daten einerseits nicht mit ihrem Alltag in Verbindung bringen und andererseits sie es nicht sinnvoll nutzen können beziehungsweise daraus keine Handlungsfähigkeit entsteht. Hinsichtlich dieser Forschungsfrage wurde also exploriert, welche Bedeutsamkeit Schüler:innen im Lernen über Datenbewusstsein erkennen. Dies wurde insbesondere im zweiten Zyklus untersucht, gleichwohl die anderen beiden Zyklen auch Hinweise darauf gegeben haben, dass die Schüler:innen das Gelernte aus dem Unterricht mit ihrem Alltag in Verbindung bringen konnten. Im zweiten Zyklus wurde die wahrgenommene Bedeutsamkeit im Hinblick auf vier Bereiche identifiziert. Diese Bereiche zeigen, dass die Schüler:innen einen Bezug zu ihrem Alltag herstellen, einen Wert für sich darin erkennen, etwas über ddA und deren Funktionsweise lernen, es ihnen hilft, ihre eigenen Handlungen besser zu verstehen und zu reflektieren sowie sie dadurch neue Perspektiven auf die datengetriebene Welt erworben haben.

Die vierte Forschungsfrage adressiert die Wirkung der Unterrichtsinterventionen darauf, ob Schüler:innen sich im Alltag aufbauend auf ihren Erkenntnissen aus dem Unterricht mit ddA auseinandersetzen wollen und ob sie eine Handlungsfähigkeit entwickeln. Dies wurde insbesondere im dritten Zyklus untersucht. Zunächst zeigte dieser, dass das Verständnis des Erklärmodells im Verlauf der Unterrichtsintervention besser geworden ist. Außerdem zeigten die Ergebnisse, dass die Motivation sich im Alltag mit ddA auseinanderzusetzen insgesamt eher moderat war und über die Intervention nur leicht gefördert werden konnte, allerdings haben sich einige Schüler:innen hinsichtlich ihrer Intentionen vorgenommen, sich in ihren alltäglichen Interaktionen mit ddA häufiger mit der Rolle

von Daten auseinanderzusetzen. Dies kann eine wichtige Voraussetzung für mehr Handlungsfähigkeit im Alltag sein. Im Hinblick auf die Handlungsfähigkeit wurden die Perspektiven der Schüler:innen auf Interaktionen mit ddA explorativ untersucht. Daraus resultierten Stufen für ihre Handlungsfähigkeit, was etwa die Auseinandersetzung mit ddA, das Erkennen von Handlungsmöglichkeiten und das gezielte und informierte Treffen von Handlungsentscheidungen umfasst. Im Verlauf des Unterrichtsvorhaben entwickelten die Schüler:innen dahingehend eine höhere Handlungsfähigkeit. Zudem zeigen die Ergebnisse, dass diese Handlungsfähigkeit unter anderem von dem Verständnis der Schüler:innen für das Erklärmodell begünstigt wird. Insgesamt liefert dieser Zyklus Hinweise dafür, dass das Erklärmodell dabei helfen kann, dass sich Schüler:innen im Alltag mit ddA auseinandersetzen und eine Handlungsfähigkeit entwickeln.

9.2 Reflexion des Vorgehens dieser Arbeit

In DBR-Vorhaben wird häufig ein Fokus auf konkrete Materialien oder Interventionen gelegt. In diesem Vorhaben lag der Schwerpunkt allerdings auf dem Konzept Datenbewusstsein, sodass die Theoriebildung – bestehend aus der theoretischen Konzeption und dem didaktischen Ansatz – fokussiert wird, und hat nicht die Entwicklung einzelner Materialien oder Unterrichtsvorhaben als primäres Ziel. Wie bereits zuvor beschrieben, wurde daher für diese Arbeit mit diesem Fokus ein eigenes Vorgehensmodell aufgestellt (siehe Abschnitt 3.3). Dieses bietet auf der einen Seite eine Strukturierung durch vier Bausteine, erlaubt auf der anderen Seite aber auch ein dynamisches Vorgehen im Hinblick auf den Wechsel zwischen den Bausteinen, die insbesondere für ein exploratives Vorgehen zum Erarbeiten eines theoretischen Verständnisses erforderlich sind. Besonders hervorzuheben ist dabei, dass das Modell einen Fokus auf Theoriebildung setzt, aber durch die beiden Arten der Zyklen auch praktische Erprobungen vorsieht, in denen es primär etwa um die Unterrichtsvorhaben, Materialien oder Messinstrumente geht, sodass sich das Vorhaben phasenweise auf die Entwicklungsarbeit konzentrieren kann. Eine weitere Besonderheit des Modells ist die Zweiteilung der Entwicklungsarbeit, die sich einerseits auf die Erarbeitung der inhaltlichen Ausrichtung (Charakterisierung der Interaktionssysteme mit ddA), die aus fachdidaktischer Sicht erarbeitet werden musste, sowie andererseits auf die Entwicklung von Unterrichtsvorhaben bezieht. Darüber hinaus beschreibt einer der Bausteine die Theoriebildung, der diese Ausrichtung des Vorgehens unterstreicht.

Das erarbeitete Vorgehen für dieses Dissertationsvorhaben kann für zukünftige Forschung eine Orientierung bieten, etwa für Forschungsvorhaben, die ähnlich auf die Theoriebildung mittels einer Forschung durch Unterrichtsinterventionen ausgerichtet sind.

Im Hinblick auf das konkrete Vorgehen in dieser Arbeit sollte nochmals auf die Limitationen durch die Schwerpunktsetzung in den empirischen Untersuchungen eingegangen werden. Die Untersuchungen in den drei Zyklen zielten etwa auf das Explorieren und Verstehen von Datenbewusstsein sowie das Untersuchen von Veränderungen im Datenbewusstsein der Schüler:innen ab. Dabei wurden die beiden Unterrichtsvorhaben eher als Mittel zum Zweck betrachtet, um Datenbewusstsein zu explorieren und Erkenntnisse auf theoretischer Ebene zu gewinnen; ähnlich wie mit der Orientierung von Forschung „through interventions“ von DBR-Vorhaben beschrieben (siehe zu den Orientierungen Abschnitt 3.2). Demnach wurden beispielsweise mit Pre- und Posttest Veränderungen der Interventionen untersucht. Erkenntnisse über konkrete Gründe für die gemessenen

Veränderungen lassen sich dabei allerdings nicht ableiten. Effekte einzelner Aspekte der Unterrichtsvorhaben wurden somit im Sinne der Zielsetzungen dieser Arbeit nicht in den Fokus genommen. Die Frage, was nun die beobachteten Wirkungen der Unterrichtsintervention auf die Entwicklung von Datenbewusstsein tatsächlich bewirkt hat, ist somit nicht im Fokus und darüber können wenige sichere Aussagen getroffen werden. Auch die Bewertung der Effektivität der Unterrichtsinterventionen stand in dieser Arbeit nicht im Mittelpunkt, da zunächst die Bedeutung von Datenbewusstsein erschlossen werden sollte. Das bedeutet, dass die Qualität der Unterrichtsintervention aufgrund der Entscheidung beispielsweise keine Kontrollgruppen einzubinden nicht abschließend beurteilt werden, auch wenn die Ergebnisse vielversprechend sind (siehe Limitationen in den Abschnitten 6.6 und 8.4.4).

Als DBR-Vorhaben soll dieses Forschungsvorhaben im Sinne der Ziele von DBR sowohl einen praxisrelevanten als auch einen wissenschaftlichen Beitrag liefern. Darüber hinaus wurden in Abschnitt 3.2 Eigenschaften von DBR-Vorhaben diskutiert. Diese umfassen im Hinblick auf die Ergebnisse etwa auch, dass DBR-Vorhaben theoretische Erkenntnisse über die einzelnen Interventionen hinaus liefern. Die Arbeit liefert zu beide Zielen entsprechende Ergebnisse, insbesondere sind diese nicht auf die beiden Unterrichtsvorhaben begrenzt, sondern beschreiben allgemeinere Perspektiven auf Datenbewusstsein und dessen Förderung im Unterricht. Die Beiträge auf wissenschaftlicher und schulpraktischer Ebene werden in den nächsten beiden Abschnitten näher diskutiert.

9.3 Forschungsbezogenes Fazit

Dieses Dissertationsvorhaben liefert verschiedene Beiträge für die Forschung in der Didaktik der Informatik. Darüber hinaus liefert das Vorhaben Ergebnisse für die Schulpraxis – als das zweite der beiden übergeordneten Ziele eines DBR-Vorhabens. Die unterrichtspraktischen Beiträge werden allerdings separat im nächsten Abschnitt thematisiert, sodass in diesem Abschnitt die wissenschaftlichen Beiträge fokussiert werden.

Das entwickelte Konzept Datenbewusstsein stellt einen der zentralen Beiträge dieses Forschungsvorhabens dar. Dies umfasst insbesondere die theoretische Konzeption und den didaktischen Ansatz, ergänzt durch die Charakterisierung der Interaktionssysteme mit ddA. Mit dem Konzept bietet dieses Vorhaben einen Lösungsvorschlag für die im Rahmen der Ausgangslage diskutierten Bedarfe beziehungsweise Lücken in der Forschung. Die Ergebnisse des Vorhabens tragen somit zu den verschiedenen Diskussionen zum Lernen über (persönliche) Daten und ddA bei und bringen so beispielsweise eigene Perspektiven zu Data und AI Literacies ein. Insbesondere nimmt es dabei eine bildungsorientierte Sichtweise ein, was sich vor allem in den Zielsetzungen des Konzepts widerspiegelt (z.B. hinsichtlich der Deutungs- und Orientierungsrahmen). Hervorzuheben sind aus Sicht der Theoriebildung etwa die vier theoretischen Elemente der Konzeption von Datenbewusstsein: Halt-Stopp-Moment, Fokuswechsel, Auseinandersetzung mit ddA sowie Handlungsfähigkeit. Diese vier Elemente basieren sowohl auf Theorie als auch auf den Ergebnissen der empirischen Untersuchungen in den Zyklen. Sie stellen wesentliche Erkenntnisse zur Erarbeitung der Bedeutung von Datenbewusstsein dar.

Daran anknüpfend bietet das Konzept mit dem didaktischen Ansatz des Lernens von Erklärmodellen weitere Perspektiven für die Didaktik der Informatik. Modelle an sich sind nicht neu in der Didaktik der Informatik, so werden diese oft für die Gestaltung

von Unterricht oder auch in der Forschung entwickelt und eingesetzt. An einem früheren Zeitpunkt der Arbeit sollte das Erklärmodell als Orientierung für die Entwicklung der Unterrichtsvorhaben dienen. Im Verlauf des Forschungsvorhabens wurde erkannt, dass das Erklärmodell darüber hinaus auch konkreter Lerngegenstand sein sollte. Zunächst wurden dazu die Konzepte des Erklärmodells in den Unterrichtsvorhaben ergänzt, in der finalen Fassung der Unterrichtsvorhaben wird allerdings auch das Erklärmodell selbst – also in der visuellen Form – im Unterricht thematisiert. In Ergänzung dazu sei erwähnt, dass das Erklärmodell ebenfalls als Analyseinstrument für Literatur aus verwandter Forschung genutzt wurde (siehe Abschnitt 2.6.1). Dieser Perspektivwechsel zur Rolle des Erklärmodells gehört zu den zentralen Erkenntnissen dieses Forschungsvorhabens. Die Ergebnisse aus den empirischen Untersuchungen dieses Vorhabens liefern vielversprechende Hinweise für das Lernen des Erklärmodells für Datenbewusstsein (siehe insbesondere den dritten Zyklus in Kapitel 8). Vor diesem Hintergrund scheint dieser Ansatz auch über Datenbewusstsein hinaus interessant für die Didaktik der Informatik zu sein – wie etwa allgemein als Ansatz für Informatikunterricht im Artikel von Höper und Schulte (2024c) argumentiert. Interessant sind Erklärmodelle beispielsweise im Hinblick auf digitale Artefakte, die nicht ausreichend nachvollzogen werden können (z.B. reale komplexe digitale Systeme oder auch ML-Systeme). Im Rahmen des Ausblicks in Abschnitt 9.5 werden mögliche zukünftige Perspektiven für Erklärmodelle näher diskutiert.

Aus Sicht der Konzeptentwicklung war das Explorieren der Handlungsfähigkeit ein wichtiger Schritt zur Klärung der Bedeutung von Datenbewusstsein. Dazu wurde im dritten Zyklus ein erster Ansatz zur empirischen Untersuchung der Handlungsfähigkeit der Schüler:innen erarbeitet. In dieser Untersuchung wurden Antworten von Schüler:innen ausgewertet, um Entwicklungen ihrer Handlungsfähigkeit zu explorieren. Dabei wurden Schritte einer Handlungsfähigkeit als Rollen auf einem Consumer-Designer-Kontinuum identifiziert. Die Ergebnisse stützen zudem die These, dass Datenbewusstsein eine Handlungsfähigkeit unterstützen kann. Dies lieferte schließlich Impulse für das theoretische Element zur Handlungsfähigkeit in der Konzeption von Datenbewusstsein. Als Ergebnis liefert das Vorhaben letztlich mit dem theoretischen Element der Handlungsfähigkeit eine theorie- und empiriebasierte Konkretisierung, was das Ziel der Handlungsfähigkeit in der datengetriebenen Welt umfassen kann. Darüber hinaus stellt die Arbeit also ebenfalls Ansätze bereit, wie eine Förderung einer Handlungsfähigkeit im Alltag empirisch untersucht werden kann. Dies kann zu Diskussionen und Forschung zu solchen Zielsetzungen und deren Überprüfung beitragen. Einschränkend bezüglich der empirischen Untersuchung sollte allerdings erwähnt werden, dass nicht alle Aspekte der theoretischen Konzeption der Handlungsfähigkeit in den Antworten der Schüler:innen beobachtet werden konnten.

Die Untersuchung der Ziele der Rückbindung des Gelernten in den Alltag und damit verbunden die Förderung der Auseinandersetzung mit alltäglichen ddA im Alltag erforderte, ähnlich wie bezüglich der Handlungsfähigkeit, entsprechende empirische Herangehensweise und Instrumente. Im zweiten Zyklus wurden die Sichtweisen der Schüler:innen im Hinblick auf die subjektive Bedeutsamkeit des Lernens der Konzepte des Erklärmodells als Ergänzung zur Überprüfung der Lernresultate (z.B. bezüglich Wissens- und Kompetenzerwerb) exploriert. Dabei konnten verschiedene Perspektiven identifiziert werden, wie das Konzept Datenbewusstsein eine bedeutsame Rückbindung in den Alltag der Schüler:innen erreichen kann. Darüber hinaus wurde im dritten Zyklus untersucht, inwiefern unterstützt werden kann, dass Schüler:innen das Gelernte aus dem Unterricht in alltägli-

chen Interaktionen mit ddA nutzen – was sich auf die Auseinandersetzung mit ddA bezieht. Dafür wurde eine Operationalisierung aufbauend auf Handlungstheorien entwickelt, mit der Tendenzen für das Verhalten der Schüler:innen im Alltag erfasst werden können. Diese Herangehensweisen, Operationalisierungen und Instrumente tragen zur Forschung in der Didaktik der Informatik bei, in der solche Fragen zu den tatsächlichen Wirkungen des Gelernten in den Alltag der Schüler:innen eher seltener untersucht werden.

Mit der Entwicklung des Konzepts Datenbewusstsein und der damit verbundenen Notwendigkeit dies empirisch zu explorieren und zu untersuchen wurden im Rahmen des Vorhabens verschiedene Instrumente entwickelt. In zwei Zyklen wurden Fragebögen entwickelt und in einem Zyklus wurden qualitative Interviews durchgeführt. Die Instrumente erfassen unterschiedliche Aspekte von Datenbewusstsein. Hervorzuheben sind insbesondere die letzten beiden Zyklen mit Interviews und einem Fragebogen. Der Fragebogen des dritten Zyklus ermöglicht eine differenzierte Erfassung verschiedener Aspekte aus den Zielsetzungen von Datenbewusstsein, der über eine Messung des Verständnisses des Erklärmodells hinaus die Motivation und Implementation Intention sich im Alltag mit der Rolle von Daten in alltäglichen ddA auseinanderzusetzen sowie die Handlungsfähigkeit der Schüler:innen erfasst. Die Evaluation des Fragebogens als Teil des dritten Zyklus liefert vielversprechende Ergebnisse. Somit bietet dieser Fragebogen ein solides Instrument für die weiterer Forschung zu Datenbewusstsein und mit nötigen Anpassungen eine Grundlage für Forschung zu verwandten Konzepten.

Einzuräumen ist an dieser Stelle, dass zu den Messinstrumenten des Vorhabens zwar erste Evaluationen und Validierungen stattgefunden haben, allerdings für weitere Forschung weitere Validierungen vorgenommen werden sollten. Dafür liefert die Konzeption von Datenbewusstsein eine Grundlage, um beispielsweise weitere Kriterien für externe Validierungen zu identifizieren.

Als eine Erweiterung der zugrunde liegenden theoretischen Ausgangslage kann die Adaption des HIS-Rahmens erwähnt werden. Der HIS-Rahmen diente unter anderem als Orientierung für die Charakterisierung der Interaktionssysteme mit ddA. Dabei wurden Perspektiven des HIS-Rahmens aufgegriffen, allerdings für den spezifischen Fall der ddA fokussiert und adaptiert. Als Erweiterung des HIS-Rahmens stellt sich etwa die Besonderheit der Rolle von Datenmodellen heraus, die eine Zustandsidee in dem Interaktionsverlauf prägen. So bestimmen mitunter die Datenmodelle das Verhalten des ddA im Interaktionsverlauf, sodass etwa eine Eingabe des Menschen bei zwei unterschiedlichen Zeitpunkten auch zu unterschiedlichen Ergebnissen führen kann. Somit erweitert diese inhaltlichen Rekonstruktion dieser besonderen Art der Interaktionssysteme die theoretischen Überlegungen im HIS-Rahmen (z.B. hinsichtlich der Bedeutung der Interaktion bei solchen digitalen Artefakten).

Daran anknüpfend demonstriert dieses Forschungsvorhaben, wie Architektur- und Relevanzperspektive sinnvoll im Unterricht miteinander verknüpft werden können – was eine der Forderungen aus dem HIS-Rahmen in Anlehnung an die Theorie der dualen Natur technischer Artefakte ist. Insbesondere bezogen auf den Bereich der „Informatik, Mensch und Gesellschaft“ lässt sich immer wieder die Herausforderung beobachten, dass zunächst ein Fokus auf Architekturperspektiven gelegt wird, indem etwa bestimmte Algorithmen oder Ähnliches thematisiert wird, und anschließend im Sinne der Relevanzperspektive eine – oft vergleichsweise kurze – Anknüpfung an Fragen zu individuellen und gesellschaftlichen Auswirkungen besprochen werden. Im Konzept Datenbewusstsein werden beide Perspek-

tiven integriert, wie etwa am Erklärmodell beobachtet werden, das neben technischen Prozessen insbesondere auch Konzepte wie die primären und sekundären Zwecke der Datenverarbeitung beinhaltet, um die dem ddA zugrunde liegenden Intentionen und Zwecke zu thematisieren. Damit erweitert diese Arbeit die Perspektiven für Ansätze im Inhaltsfeld der „Informatik, Mensch und Gesellschaft“.

9.4 Unterrichtspraktisches Fazit

Über die forschungsbezogenen Beiträge hinaus, liefert dieses Dissertationsvorhaben mehrere Beiträge auf Ebene der Unterrichtspraxis. Wesentliche Aspekte dazu werden im Folgenden näher beleuchtet.

Im Rahmen der Arbeit wurden ausgehend von einer fachdidaktischen Perspektive die Interaktionssysteme mit ddA charakterisiert beziehungsweise diese spezifische Art von digitalen Artefakten rekonstruiert. Damit wurde dieses Themenfeld für den Informatikunterricht erschlossen. Dies bietet somit für die Unterrichtspraxis eine Aufbereitung dieser Art von digitalen Artefakte, die zwar keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt allerdings neben dem Erklärmodell dieses Konzepts auch die Entwicklung anderer Erklärmodelle mit anderen Schwerpunkten unterstützen kann.

Daran anknüpfend bietet diese Arbeit die Grundlage für die Entwicklung weiterer Unterrichtsinterventionen, insbesondere mithilfe des Erklärmodells und des didaktischen Ansatzes. Erkenntnisse aus den Fortbildungen unterstützen dies dahingehend, dass Lehrkräfte in den Fortbildungen, die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführt wurden, mithilfe des Erklärmodells eigene Unterrichtsideen entwickeln konnten. Als Aktivität in der Fortbildung haben Lehrkräfte sich ein neues ddA ausgesucht und dazu mithilfe des Erklärmodells Unterrichtsskizzen entwickelt und diese gemeinsam diskutiert.

Die beiden Unterrichtsvorhaben, die in diesem Vorhaben entwickelt, erprobt und empirisch untersucht wurden, stellen ebenfalls einen Beitrag für die Unterrichtspraxis dar. Die Unterrichtsvorhaben können im Unterricht eingesetzt oder für den eigenen Unterricht angepasst werden. Im Verlauf des Vorhabens wurden einige Lehrkräfteworkshops und -fortbildungen gehalten, in denen die Unterrichtsvorhaben vorgestellt und verfügbar gemacht wurden. Zusätzlich wurde Datenbewusstsein in den Landesvorgaben zum Curriculum für Informatik in den Klassen 5 und 6 in Nordrhein-Westfalen aufgenommen und Unterrichtsvorhaben und -materialien dieser Arbeit werden im Rahmen des vom Land vorgeschlagenen schulinternen Lehrplans für Informatik in den Klassen 5 und 6 empfohlen. Vor diesem Hintergrund konnte wiederholt beobachtet werden, dass Unterrichtsvorhaben aus diesem Dissertationsvorhaben in verschiedenen Schulen Einzug gefunden haben und als fester Bestandteil im Informatikunterricht integriert wurden.

Die Messinstrumente die im Rahmen der Zyklen entwickelt wurden, insbesondere die beiden Fragebögen, können als Grundlage für unterrichtliche Leistungsbewertungen dienen. Dafür bietet sich vor allem die Fragebogenteile zur Erfassung des Verständnisses der Schüler:innen von den Konzepten des Erklärmodells an. Im Rahmen dieses Vorhabens haben Lehrkräfte (teilweise in Zusammenarbeit mit mir) bereits erste Klassenarbeiten in Anlehnung an die Unterrichtsmaterialien und Messinstrumente erstellt.

9.5 Ausblick

In diesem Abschnitt wird ein Ausblick dieser Arbeit beschrieben, wobei sich dies in zwei Teile gliedert: Zunächst ergeben sich aus diesem Dissertationsvorhaben weiterführende Fragen zur Forschung zu Datenbewusstsein. Darüber hinaus eröffnet dieses Dissertationsvorhaben mögliche Forschungsperspektiven für die Didaktik der Informatik im Allgemeinen.

Weitere Forschung zu Datenbewusstsein

In den Zyklen wurde unter anderem untersucht, ob Schüler:innen sich nach dem Unterricht in ihrem Alltag mit ddA auseinandersetzen wollen. Da das tatsächliche Verhalten schwierig zu beobachten ist, wurde in dieser Arbeit die Entscheidung getroffen, mit der Operationalisierung Tendenzen dafür zu erfassen – etwa in Orientierung an den diskutierten Handlungstheorien mithilfe der Konzepte der Motivation und Intention (siehe Kapitel 8). Dabei konnten vielversprechende Ergebnisse gewonnen werden, etwa dass einige Schüler:innen den Entschluss gefasst haben, sich damit im Alltag häufiger auseinanderzusetzen zu wollen. Für zukünftige Untersuchungen wäre nun interessant, ob sich Wochen oder Monate nach den Unterrichtsinterventionen Unterschiede im Verhalten beobachten lassen. Aufgrund der Problematik das tatsächliche Verhalten zu beobachten könnten beispielsweise Follow-Up Befragungen durchgeführt werden, in denen konkret das Verhalten abgefragt wird.

Im Rahmen der theoretischen Konzeption von Datenbewusstsein wurde ein Verständnis von Handlungsfähigkeit begründet – wie zuvor in der Zusammenfassung dargestellt. Dieses basiert sowohl auf bestehenden Theorien als auch auf den empirischen Ergebnissen der Zyklen. Im dritten Zyklus wurde die Entwicklung der Handlungsfähigkeit der Schüler:innen exploriert. Die dort empirisch erfassten Aspekte der Handlungsfähigkeit gaben Impulse für die Ausdifferenzierung des Begriffsverständnisses der Handlungsfähigkeit innerhalb der theoretischen Konzeption von Datenbewusstsein. Die theoretische Konzeption geht letztlich allerdings über die zuvor empirisch ermittelten Aspekte hinaus. So wurde im dritten Zyklus beispielsweise im Bezug auf das Consumer-Designer-Kontinuum eine Entwicklung von passiven zu informierten Rollen festgestellt. In der theoretischen Konzeption sieht die Handlungsfähigkeit allerdings auch gestaltende Rollen vor, wie etwa das Adaptieren, Verändern und Gestalten von ddA im Hinblick auf die eigenen Bedürfnisse (siehe Abschnitt 4.3.5 zur Handlungsfähigkeit in diesem Konzept). Das heißt, das theorie- und empiriegeleitete Verständnis von Handlungsfähigkeit im Konzept konnte bislang noch nicht vollständig empirisch erfasst werden. Ein Grund dafür könnte darin liegen, dass wegen der Anknüpfung zum Alltag, in dem Schüler:innen häufig mit kommerziellen Anwendungen interagieren, eher geschlossene Systeme in den Blick genommen wurden und somit analysierende Perspektiven im Vordergrund stand und gestaltende Rollen bislang in den Unterrichtsvorhaben nicht zentral waren. In zukünftigen Entwicklungen von Unterrichtsvorhaben und weiteren Untersuchungen wäre es lohnenswert diese weiteren Perspektiven der Handlungsfähigkeit zu thematisieren und zu explorieren, beispielsweise indem die aktive Gestaltung bei offenen Systemen betrachtet wird (siehe Abschnitt 4.2.3 zur Diskussion solcher Perspektiven). Dies schließt auch daran an, dass das Erklärmodell potenziell auch für die verantwortungsvolle Gestaltung von ddA relevant sein könnte

(z.B. hinsichtlich der Wahl von Bibliotheken zur Einbindung und deren Datenpraktiken). Dieser Einsatzzweck des Erklärmodells könnte in weiterer Forschung untersucht werden.

Wie bereits zuvor erwähnt lag in dieser Arbeit der Fokus nicht auf die Untersuchung einzelner Merkmale der Unterrichtsvorhaben. Mit der vorliegenden Arbeit besteht nun eine theoretische Konzeption von Datenbewusstsein, wurden Merkmale der Unterrichtsvorhaben identifiziert und Messinstrumente entwickelt. Auf dieser Grundlage könnte nun weitere Forschung darauf ausgerichtet werden, die Wirkungen von Merkmalen der Unterrichtsvorhaben zu untersuchen. Zum Beispiel wäre ein sinnvoller nächster Schritt, zu untersuchen, ob das Zusammentragen der Konzepte zum Erklärmodell tatsächlich die Abstraktionsleistung der Schüler:innen unterstützt und die Entwicklung des konzeptionellen Verständnisses fördert (siehe Phase 2 im didaktischen Ansatz in Abschnitt 4.4). Aufbauend auf den Ergebnissen des dritten Zyklus zeigt sich das Verständnis des Erklärmodells als ein wichtiger Faktor für die Förderung der Auseinandersetzung mit ddA im Alltag sowie die Entwicklung einer Handlungsfähigkeit – was Hinweise darauf gibt, dass das Erklärmodell eine zentrale Rolle in der Förderung von Datenbewusstsein spielt. Die Effekte von solchen Phasen oder Aktivitäten in den Unterrichtsvorhaben können nun weitergehend untersucht werden, etwa mit entsprechenden Varianten der Unterrichtsvorhaben mit oder ohne die entsprechende Phasen, die Durchführung beider Varianten mit zwei Gruppen von Schüler:innen und den entsprechenden Vergleich zwischen den Gruppen.

Über diese weiteren Forschungsperspektiven, die sich aus den empirischen Untersuchungen dieser Arbeit ergeben, stellt auch das Konzept Datenbewusstsein weitere Perspektiven für die Forschung bereit, die im Folgenden kurz skizziert werden sollen.

In dieser Arbeit wurde für Datenbewusstsein eine individuelle Betrachtungsweise aus dem ersten HIS-Level (siehe Abschnitt 2.3.2) in den Fokus genommen. Davon ausgehend wurden bereits an einzelnen Stellen auch gesellschaftliche Betrachtungsebenen integriert. Für die Weiterentwicklung von Datenbewusstsein sollten die gesellschaftliche Ebene weiter ausdifferenziert werden. Dies sollte insbesondere auch in Verknüpfung mit der individuellen Betrachtungsweise erfolgen, um nicht den persönlichen Bezug zu den alltäglichen Interaktionen der Schüler:innen zu verlieren und die Rückbindung des Gelernten in den Alltag weiterhin zu unterstützen.

Die Entwicklung des Konzepts in diesem Forschungsvorhaben zielte auf das theoretische Verständnis zu Datenbewusstsein ab. So war beispielsweise die Ausarbeitung von Kompetenzrahmen in dieser Arbeit, wie in der Einleitung bereits erwähnt, nicht Teil der Ausrichtung dieses Vorhabens. Für zukünftige Arbeiten wäre nun aber aufbauend auf dem erarbeiteten theoretischen Verständnis von Datenbewusstsein denkbar, die Entwicklung von Kompetenzen beziehungsweise Kompetenzrahmen in den Blick zu nehmen. Dafür liefert die vorliegende Arbeit eine entsprechende Grundlage. Ein Ansatzpunkt dafür wären etwa neben den Zielsetzungen auch die theoretischen Elemente des Konzepts, anhand derer sich eine Kompetenzmodellierung orientieren könnte. Langfristig ist eine Ausweitung des Informatikunterrichts zu erwarten, sodass auch die längerfristige Kompetenzentwicklung im Rahmen der Kompetenzmodellierung stärker in den Fokus rücken könnte. In diesem Zusammenhang stellt sich somit im Sinne eines Spiralcurriculums die Frage, wie sich verschiedene Kompetenzniveaus für das Datenbewusstsein definieren lassen. Ein möglicher Anknüpfungspunkt dafür sind die in dieser Arbeit entwickelten Unterrichtsvorhaben, die im Hinblick auf unterschiedliche Niveaustufen analysiert werden könnten. Ein Ansatz diesbezüglich könnte die Betrachtung verschiedener Erklärmodelle sein, beispielsweise das in

dieser Arbeit entwickelte Erklärmodell für Datenbewusstsein (siehe etwa Abbildung 9.1) sowie die in Abbildung 9.2 dargestellte Adaption zur stärkeren Integration datengetriebener Methoden.

Als weitere Perspektive ist das Erklärmodell für Datenbewusstsein zu nennen. Es basiert auf der Charakterisierung der Interaktionssysteme mit ddA, die unter anderem zur Identifizierung der betrachteten Konzepte beigetragen hat (siehe Abschnitt 4.2). Dabei ist allerdings auch deutlich geworden, wie komplex die Rolle der Daten in den Interaktionen mit ddA ist. Das Erklärmodell für Datenbewusstsein hat daher eine spezifische Perspektive eingenommen und dadurch entsprechende Schwerpunkte auf bestimmte Konzepte zur Rolle der Daten gelegt. Das Erklärmodell könnte allerdings auch andere Schwerpunkte und Ziele setzen und somit andere Sichtweisen und Konzepte bereitstellen. Eine Alternative könnte beispielsweise die Anwendung datengetriebener Methoden mehr fokussieren. Eine erste Idee dafür ist etwa in Abbildung 9.2 dargestellt. Dort werden datengetriebene Methoden und etwa ML-Modelle weiter ausdifferenziert, sodass beispielsweise Vorhersagemodelle thematisiert werden könnten. Ein weiteres Beispiel wäre soziale und gesellschaftliche Aspekte stärker in den Blick zu nehmen, wie etwa im Hinblick auf die Interaktionen mehrerer Nutzenden mit dem ddA und deren Beziehungen untereinander oder auch die Rolle gesellschaftlicher Regulierungen. Einen ersten Ansatz dafür könnte etwa die Abbildung 4.4 geben, die im Abschnitt 4.2.1 zur Erklärung von ddA und zur Veranschaulichung verschiedener Einflussfaktoren auf ddA erstellt wurde – was am Rande bemerkt bereits ein Erklärmodell darstellt. In Anlehnung daran könnte auch ein Erklärmodell mit Bezug zum zweiten HIS-Level entwickelt werden. Insgesamt sind unterschiedliche Erklärmodelle mit verschiedenen Zwecken für Datenbewusstsein denkbar. Weitere Forschung könnte hierzu weitere Erklärmodelle hervorbringen, diese systematisch vergleichen und deren Wirkungen für die Förderung von Datenbewusstsein empirisch zu untersuchen. Aus unterrichtlicher Perspektive könnte auch ein Potenzial darin bestehen mehrere Erklärmodelle im Unterricht zu benutzen oder auch die Schüler:innen in die Entwicklung mit einzubinden. Dies könnte entsprechende Modellkompetenzen fördern.

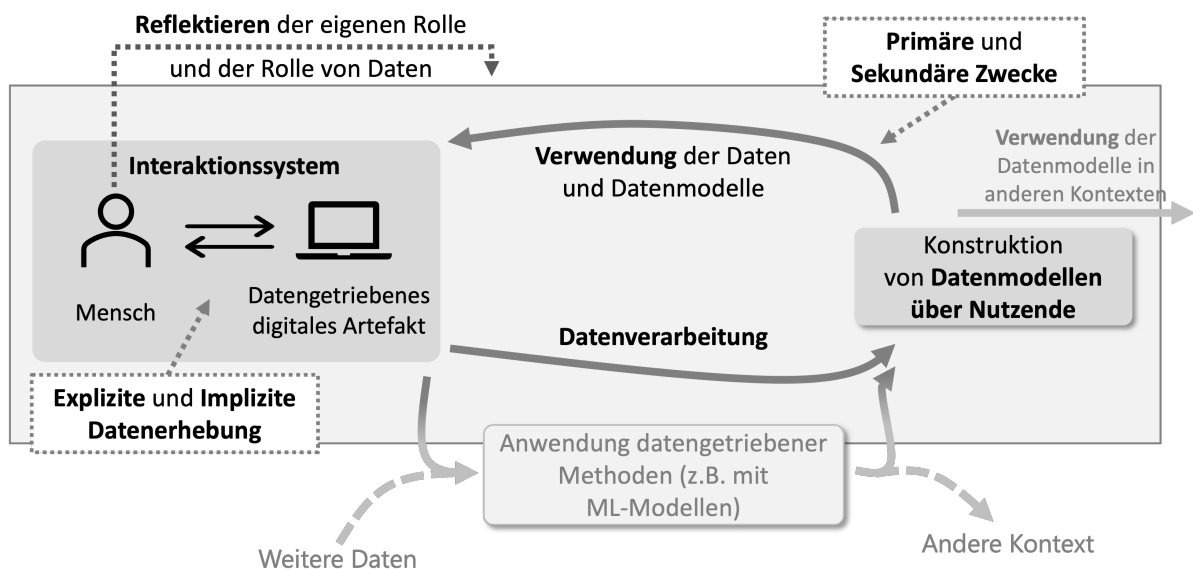


Abbildung 9.2: Mögliche Adaption des Erklärmodells für Datenbewusstsein

Weiterführende Perspektiven

Über die skizzierten Perspektiven für weitere Forschung zu Datenbewusstsein hinaus werden nachfolgend zwei allgemeinere weiterführende Perspektiven für zukünftige Forschung in der Didaktik der Informatik aufgegriffen.

Erstens soll nochmals das Untersuchen des Rückbezugs des Gelernten in den Alltag betont werden, was neben dem Herstellen des Bezugs zum eigenen Alltag und den Alltagserfahrungen mit digitalen Artefakten auch die Nutzung des Gelernten in alltäglichen Situationen umfasst. Wie die Ausgangslage dieser Arbeit zeigt, bedeutet es diesbezüglich nicht zwangsläufig, dass Schüler:innen gelernte Konzepte aus dem Unterricht später im Alltag verwenden, sie eine fundierte und kompetente Handlungsfähigkeit entwickeln und ihre Sichtweisen auf die digitale Welt erweitern. Das Erreichen übergeordneter Ziele des Informatikunterrichts, wie etwa im Hinblick auf Zielformulierungen wie „sich in der digitalen Welt kompetent bewegen zu können“, können teilweise komplexer sein als nur Wissen und Fähigkeiten zu vermitteln, da das Gelernte für die Schüler:innen eine subjektive Bedeutsamkeit im Alltag entfalten muss damit dieser Beitrag entsteht. Wenn wir diese Ziele ernst nehmen wollen, ist es auch notwendig, solche Ziele von Wirkungen über den Unterricht hinaus und etwa eine Alltagsbedeutsamkeit von Wissen und Fähigkeiten konkret zu untersuchen. Als Beispiel einer solchen Untersuchung können die letzten beiden Zyklen dienen, die zwei verschiedene Ansätze zum Untersuchen dieser Rückbezüge verfolgt haben. Die Entwicklung von fachdidaktischen Konzepten in der Didaktik der Informatik, insbesondere jene, die eine allgemeinbildende Orientierung verfolgen, sollten daher solche Wirkungen in den Alltag berücksichtigen.

Zweitens ist der Ansatz der Erklärmodelle herauszustellen. Dieser didaktische Ansatz wurde in dieser Arbeit für das Konzept Datenbewusstsein erarbeitet und beschreibt, wie das Erklärmodell für Datenbewusstsein im Unterricht gelernt und anschließend angewendet werden kann. Im Rahmen dessen wurden bereits allgemeinere Eigenschaften von Erklärmodellen diskutiert, die nicht für Datenbewusstsein spezifisch sind (siehe Abschnitt 4.4.1). Dieses Vorhaben liefert vielversprechende Ergebnisse dahingehend, dass das Erklärmodell für die Förderung von Datenbewusstsein relevant sein kann. Solche Erklärmodelle können metaphorisch als Werkzeug oder Brille verstanden werden, die Schüler:innen dabei unterstützen können, digitale Artefakte oder informatische Fragestellungen mithilfe verschiedener Erklärmodelle zu erschließen und zu reflektieren. Diese Arbeit sieht daher ein Potenzial darin, dass Erklärmodelle auch für andere Themen und Fragestellungen im Informatikunterricht interessant sein können – so etwa auch allgemeiner für die Didaktik der Informatik im Artikel von Höper und Schulte (2024c) argumentiert.

Zukünftige Forschung in der Didaktik der Informatik sollte den Ansatz der Erklärmodelle weiter untersuchen. In der Didaktik der Informatik sind Modelle nicht gänzlich neu, der Ansatz der Erklärmodelle liefert allerdings weitere Perspektiven zur Rolle von Modellen in der Didaktik der Informatik und im Informatikunterricht. Sinnvolle nächste Schritte wären etwa, Erklärmodelle für weitere Themen zu erarbeiten, um anhand von verschiedenen Erklärmodellen weitere Erkenntnisse für den Ansatz zu entwickeln. Erste Ideen dazu könnte etwas das DORIT-Modell liefern, das im Abschnitt 2.4 in Bezug auf Computational Empowerment diskutiert wurde (siehe auch: Dindler et al., 2023). Es stellt allgemeine Kategorien zum Untersuchen von Implikationen digitaler Technologien bereit. Dies könnte auch als Erklärmodell verstanden werden, das etwa Implikationen von digitalen Technologien repräsentiert und die Untersuchung und Reflexion digitaler Technologien

zum Zweck hat.

Denkbar wäre mittelfristig auch, beispielsweise anhand verschiedener Erklärmodelle, zu erarbeiten, ob verschiedene Arten von Erklärmodellen unterschieden werden sollten. So könnte das Erklärmodell dieser Arbeit etwa als ein Interaktionssystemorientiertes Erklärmodell bezeichnet werden. Darüber hinaus könnten Erklärmodelle auch auf gesellschaftliche Implikationen fokussiert sein oder auf allgemeine Prinzipien (z.B. ähnliche wie das DORIT-Modell). Solche Unterscheidungen könnten zum Beispiel auf Ansätzen zur Unterscheidung verschiedener Betrachtungsweisen in Themen aufbauen, wie etwa das SEAME Framework mit Ebenen zu AI Education (Sentance & Waite, 2022) (siehe auch die Beschreibung des Frameworks in Abschnitt 2.5).

Darüber hinaus sind zwei Ziele für die Weiterentwicklung des Ansatzes zentral: Es braucht Vorgehen und Methoden für die Entwicklung von Erklärmodelle, dafür kann dieses Forschungsvorhaben eine Grundlage bieten. Zudem braucht es Forschung über das Lernen von und den Umgang mit Erklärmodellen im Unterricht, auch dazu kann dieses Forschungsvorhaben eine Grundlage bieten.

Im Hinblick auf die Vorgehen zur Entwicklung von Erklärmodellen wurde in dieser Arbeit eine inhaltliche Charakterisierung des Betrachtungsgegenstands – Interaktionssysteme mit ddA – vorgenommen, was als eine Rekonstruktion verstanden werden kann, die sich an zuvor festgelegten Leitfragen orientiert hat, unter anderem anknüpfend an die Theorie der Dualen Natur digitaler Artefakte (siehe Abschnitt 4.2). Als Ausgangspunkt für weitere Arbeiten könnten somit etwa Vorgehen zur didaktischen Rekonstruktionen (vgl. Kattmann et al., 1997) oder entsprechende Adaptionen für die Didaktik der Informatik (siehe z.B.: Diethelm et al., 2011; Schulte, 2009).

Mit Bezug zum Lernen und den Umgang mit Erklärmodellen liefert der didaktische Ansatz dieser Arbeit bereits Ausgangspunkte. Dort werden Erklärmodelle schrittweise erarbeitet und anschließend als analytische Brille angewendet. Eine zu beantwortende Frage ist, was es bedeutet, wenn Erklärmodelle im Unterricht expliziter Lerngegenstand sind und nicht nur zur Planung und Ausrichtung von Unterricht genutzt werden – so eine der zentralen Forderungen dieses didaktischen Ansatzes. In zukünftiger Forschung sollte daher exploriert werden, welche didaktischen Implikationen die Integration von Erklärmodellen als Lerngegenstand mit sich bringen, etwa im Hinblick auf spezifische Modellkompetenzen. Dies umfasst beispielsweise die Zwecke des betrachteten Erklärmodells transparent zu machen, Erklärmodelle zu kritisieren und ihre Grenzen aufzuzeigen. Zur Erarbeitung dessen können Erfahrungen aus anderen Didaktiken möglicherweise Anknüpfungspunkte bieten (siehe etwa für Ausgangspunkte: Upmeyer Zu Belzen, Krüger & Van Driel, 2019).

Zusammenfassend zeigt die vorliegende Arbeit, was Datenbewusstsein für den allgemeinbildenden Informatikunterricht bedeuten kann und wie sich Datenbewusstsein mit einem Bezug zu den alltäglichen Interaktionen der Schüler:innen mit ddA fördern lässt. Die Erarbeitung der Idee der Erklärmodelle im Rahmen des didaktischen Ansatzes zeigt vielversprechende Ergebnisse für die Didaktik der Informatik auch über das Thema Datenbewusstsein hinaus.

Literatur

- Abadi, M., Chu, A., Goodfellow, I., McMahan, H. B., Mironov, I., Talwar, K., & Zhang, L. (2016). Deep Learning with Differential Privacy. *Proceedings of the 2016 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security*, 308–318. <https://doi.org/10.1145/2976749.2978318>
- Achtziger, A., & Gollwitzer, P. M. (2018). Motivation Und Volition Im Handlungsverlauf. In J. Heckhausen & H. Heckhausen (Hrsg.), *Motivation Und Handeln* (S. 355–388). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-53927-9_12
- Acquisti, A. (2004). Privacy in Electronic Commerce and the Economics of Immediate Gratification. *Proceedings of the 5th ACM Conference on Electronic Commerce*, 21–29. <https://doi.org/10.1145/988772.988777>
- Acquisti, A., Brandimarte, L., & Loewenstein, G. (2015). Privacy and Human Behavior in the Age of Information. *Science*, 347(6221), 509–514. <https://doi.org/10.1126/science.aaa1465>
- Acquisti, A., Brandimarte, L., & Loewenstein, G. (2020). Secrets and Likes: The Drive for Privacy and the Difficulty of Achieving It in the Digital Age. *Journal of Consumer Psychology*, 30(4), 736–758. <https://doi.org/10.1002/jcpy.1191>
- Acquisti, A., & Grossklags, J. (2005). Privacy and Rationality in Individual Decision Making. *IEEE Security and Privacy Magazine*, 3(1), 26–33. <https://doi.org/10/fnf54k>
- Adadi, A., & Berrada, M. (2018). Peeking Inside the Black-Box: A Survey on Explainable Artificial Intelligence (XAI). *IEEE Access*, 6, 52138–52160. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2870052>
- Ajmani, L., Stapleton, L., Houtti, M., & Chancellor, S. (2024). Data Agency Theory: A Precise Theory of Justice for AI Applications. *The 2024 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency*, 631–641. <https://doi.org/10.1145/3630106.3658930>
- Ajzen, I. (1985). From Intentions to Actions: A Theory of Planned Behavior. In J. Kuhl & J. Beckmann (Hrsg.), *Action Control* (S. 11–39). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-69746-3_2
- Ajzen, I. (1991). The Theory of Planned Behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179–211. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)

- Ajzen, I., Czasch, C., & Flood, M. G. (2009). From Intentions to Behavior: Implementation Intention, Commitment, and Conscientiousness ¹. *Journal of Applied Social Psychology*, 39(6), 1356–1372. <https://doi.org/10.1111/j.1559-1816.2009.00485.x>
- Akkerman, S., Admiraal, W., Brekelmans, M., & Oost, H. (2008). Auditing Quality of Research in Social Sciences. *Quality & Quantity*, 42(2), 257–274. <https://doi.org/10.1007/s11135-006-9044-4>
- Alvarado, O., & Waern, A. (2018). Towards Algorithmic Experience: Initial Efforts for Social Media Contexts. *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–12. <https://doi.org/10.1145/3173574.3173860>
- Alvino, C., & Basilico, J. (2015). Learning a Personalized Homepage. <https://netflixtechblog.com/learning-a-personalized-homepage-aa8ec670359a>
- Anderson, T., & Shattuck, J. (2012). Design-Based Research: A Decade of Progress in Education Research? *Educational Researcher*, 41(1), 16–25. <https://doi.org/10.3102/0013189X11428813>
- Arpetti, J., & Delmastro, M. (2021). The Privacy Paradox: A Challenge to Decision Theory? *Journal of Industrial and Business Economics*. <https://doi.org/10/gmvbkm>
- Atkinson, J. W. (1957). Motivational Determinants of Risk-Taking Behavior. *Psychological Review*, 64(6), 359–372.
- Attaran, M., & Celik, B. G. (2023). Digital Twin: Benefits, Use Cases, Challenges, and Opportunities. *Decision Analytics Journal*, 6, 100165. <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2023.100165>
- Augstein, M., Herder, E., & Wörndl, W. (Hrsg.). (2019). *Personalized Human-Computer Interaction*. De Gruyter.
- Balderjahn, I., & Peyer, M. (2012). Das Bewusstsein für fairen Konsum: Konzeptualisierung, Messung und Wirkung. 72(4), 22.
- Bandura, A. (1977). Self-Efficacy: Toward a Unifying Theory of Behavioral Change. *Psychological Review*, 84(2), 191–215. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191>
- Bandura, A. (1997). *Self-Efficacy: The Exercise of Control*. W.H. Freeman.
- Bandura, A. (2001). Social Cognitive Theory: An Agentic Perspective. *Annual Review of Psychology*, 52(1), 1–26. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.52.1.1>
- Bandura, A. (2006). Guide for Constructing Self-Efficacy Scales. In T. Urdan & F. Pajares (Hrsg.), *Self-Efficacy Beliefs of Adolescents* (S. 307–338). IAP.
- Bandy, J. (2021). Problematic Machine Behavior: A Systematic Literature Review of Algorithm Audits. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 5(CSCW1), 1–34. <https://doi.org/10.1145/3449148>
- Barnes, S. B. (2006). A Privacy Paradox: Social Networking in the United States. *First Monday*, 11(9). <https://doi.org/10.5210/fm.v11i9.1394>
- Barredo Arrieta, A., Díaz-Rodríguez, N., Del Ser, J., Benetot, A., Tabik, S., Barbado, A., Garcia, S., Gil-Lopez, S., Molina, D., Benjamins, R., Chatila, R., & Herrera, F. (2020). Explainable Artificial Intelligence (XAI): Concepts, Taxonomies, Opportunities and Challenges toward Responsible AI. *Information Fusion*, 58, 82–115. <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2019.12.012>
- Barth, S., & De Jong, M. D. (2017). The Privacy Paradox – Investigating Discrepancies between Expressed Privacy Concerns and Actual Online Behavior – A Systematic

- Literature Review. *Telematics and Informatics*, 34(7), 1038–1058. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2017.04.013>
- Bateson, G. (1972). *Steps to an Ecology of Mind: Collected Essays in Anthropology, Psychiatry, Evolution, and Epistemology*. Jason Aronson Inc.
- Bateson, G. (2017). *Ökologie des Geistes: anthropologische, psychologische, biologische und epistemologische Perspektiven* (H. G. Holl, Übers.; 12. Aufl). Suhrkamp.
- Bawden, D. (2008). Origins and Concepts of Digital Literacy. In C. Lankshear & M. Knobel (Hrsg.), *Digital Literacies: Concepts, Policies and Practices* (S. 17–32). Peter Lang.
- Becker, R., Cáceres, R., Hanson, K., Isaacman, S., Loh, J. M., Martonosi, M., Rowland, J., Urbanek, S., Varshavsky, A., & Volinsky, C. (2013). Human Mobility Characterization from Cellular Network Data. *Communications of the ACM*, 56(1), 74–82. <https://doi.org/10/bxnx>
- Becker-Carus, C., & Wendt, M. (2017a). Aufmerksamkeit und Bewusstsein. In *Allgemeine Psychologie* (S. 197–262). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-53006-1_5
- Becker-Carus, C., & Wendt, M. (2017b). Wahrnehmung. In *Allgemeine Psychologie* (S. 73–156). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-53006-1_3
- Behnke, K., Karla, J., & Mülder, W. (2022). *Grundkurs Mobilfunk und Mobile Business: Anwendungen, Technologien, Geschäftsfelder*. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-00141-4>
- Bell, T., & Duncan, C. (2023). Teaching Computing in Primary Schools. In S. Sentance, E. Barendsen, N. R. Howard & C. Schulte (Hrsg.), *Computer Science Education: Perspectives on Teaching and Learning in School* (1st ed, S. 135–150). Bloomsbury Academic. <https://doi.org/10.5040/9781350296947>
- Belletтини, C., Lonati, V., Monga, M., & Morpurgo, A. (2024). To Be Or Not To Be . . . An Algorithm: The Notion According to Students and Teachers. *Proceedings of the 55th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 1*, 102–108. <https://doi.org/10.1145/3626252.3630950>
- Bender, E. M., Gebru, T., McMillan-Major, A., & Shmitchell, S. (2021). On the Dangers of Stochastic Parrots: Can Language Models Be Too Big? *Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency*, 610–623. <https://doi.org/10.1145/3442188.3445922>
- Bennett, J., Lubben, F., & Hogarth, S. (2007). Bringing Science to Life: A Synthesis of the Research Evidence on the Effects of Context-based and STS Approaches to Science Teaching. *Science Education*, 91(3), 347–370. <https://doi.org/10.1002/sce.20186>
- Bergström, A. (2015). Online Privacy Concerns: A Broad Approach to Understanding the Concerns of Different Groups for Different Uses. *Computers in Human Behavior*, 53, 419–426. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.07.025>
- Berthold, M. R., Borgelt, C., Höppner, F., Klawonn, F., & Silipo, R. (2020). *Guide to Intelligent Data Science: How to Intelligently Make Use of Real Data*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-45574-3>
- Biermann, K. (2011). Was Vorratsdaten Über Uns Verraten. *ZEIT ONLINE*. <https://www.zeit.de/digital/datenschutz/2011-02/vorratsdaten-malte-spitz>
- Bilogrevic, I., & Ortlieb, M. (2016). "If You Put All The Pieces Together...": Attitudes Towards Data Combination and Sharing Across Services and Companies. *Proceedings*

- of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 5215–5227. <https://doi.org/10.1145/2858036.2858432>
- Bilstrup, K.-E. K., Kaspersen, M. H., Lunding, M. S., Schaper, M.-M., Van Mechelen, M., Tamashiro, M. A., Smith, R. C., Iversen, O. S., & Petersen, M. G. (2022). Supporting Critical Data Literacy in K-9 Education: Three Principles for Enriching Pupils' Relationship to Data. *Proceedings of the 21st Annual ACM Interaction Design and Children Conference*, 225–236. <https://doi.org/10.1145/3501712.3530783>
- Blackwell, A. F. (2015). Interacting with an Inferred World: The Challenge of Machine Learning for Humane Computer Interaction. *Proceedings of The Fifth Decennial Aarhus Conference on Critical Alternatives*, 1, 12. <https://doi.org/10/ghnfv>
- BLK-Programm Transfer-21 (Hrsg.). (2007). Orientierungshilfe Bildung Für Nachhaltige Entwicklung in Der Sekundarstufe I Begründungen, Kompetenzen, Lernangebote. http://www.transfer-21.de/daten/materialien/Orientierungshilfe/Orientierungshilfe_Kompetenzen.pdf
- Block, N. (1995). On a Confusion about a Function of Consciousness. *Behavioral and Brain Sciences*, 18(2), 227–247. <https://doi.org/10.1017/S0140525X00038188>
- Bobadilla, J., Ortega, F., Hernando, A., & Gutiérrez, A. (2013). Recommender Systems Survey. *Knowledge-Based Systems*, 46, 109–132. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2013.03.012>
- Bode, M., & Kristensen, D. B. (2016). The Digital Doppelgänger within: A Study on Self-Tracking and the Quantified Self Movement. In R. Canniford & D. Bajde (Hrsg.), *Assembling Consumption: Researching Actors, Networks and Markets* (S. 119–135). Routledge.
- Boerman, S. C., Kruikemeier, S., & Zuiderveen Borgesius, F. J. (2017). Online Behavioral Advertising: A Literature Review and Research Agenda. *Journal of Advertising*, 46(3), 363–376. <https://doi.org/10.1080/00913367.2017.1339368>
- Boerman, S. C., Kruikemeier, S., & Zuiderveen Borgesius, F. J. (2021). Exploring Motivations for Online Privacy Protection Behavior: Insights From Panel Data. *Communication Research*, 48(7), 953–977. <https://doi.org/10.1177/0093650218800915>
- Bond, R. M., Fariss, C. J., Jones, J. J., Kramer, A. D. I., Marlow, C., Settle, J. E., & Fowler, J. H. (2012). A 61-Million-Person Experiment in Social Influence and Political Mobilization. *Nature*, 489(7415), 295–298. <https://doi.org/10/f3689v>
- Bowler, L., Acker, A., Jeng, W., & Chi, Y. (2017). “It Lives All around Us”: Aspects of Data Literacy in Teen’s Lives. *Proceedings of the Association for Information Science and Technology*, 54(1), 27–35. <https://doi.org/10.1002/pra2.2017.14505401004>
- Brennan, R. L., & Prediger, D. J. (1981). Coefficient Kappa: Some Uses, Misuses, and Alternatives. *Educational and Psychological Measurement*, 41(3), 687–699. <https://doi.org/10.1177/001316448104100307>
- Brown, A. L. (1992). Design Experiments: Theoretical and Methodological Challenges in Creating Complex Interventions in Classroom Settings. *The Journal of the Learning Sciences*, 2(2), 141–178. https://doi.org/10.1207/s15327809jls0202_2
- Brunton, F., & Nissenbaum, H. (2011). Vernacular Resistance to Data Collection and Analysis: A Political Theory of Obfuscation. *First Monday*. <https://doi.org/10.5210/fm.v16i5.3493>

- Brunton, F., & Nissenbaum, H. F. (2015). *Obfuscation: A User's Guide for Privacy and Protest*. MIT Press.
- Brusilovsky, P., & Millán, E. (2007). User Models for Adaptive Hypermedia and Adaptive Educational Systems. In P. Brusilovsky, A. Kobsa & W. Nejdl (Hrsg.), *The Adaptive Web* (S. 3–53, Bd. 4321). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-72079-9_1
- Bub-Kalb, S., Engel, R., Kalb, J., Leistner, E., & Schmidt, E. (2017). Der Beutelsbacher Konsens und die neuen Bildungspläne (Landeszentrale für politische Bildung Baden-Württemberg, Hrsg.).
- Bucher, T. (2017). The Algorithmic Imaginary: Exploring the Ordinary Affects of Facebook Algorithms. *Information, Communication & Society*, 20(1), 30–44. <https://doi.org/10.1080/1369118X.2016.1154086>
- Büchi, M., Fosch-Villaronga, E., Lutz, C., Tamò-Larrieux, A., & Velidi, S. (2023). Making Sense of Algorithmic Profiling: User Perceptions on Facebook. *Information, Communication & Society*, 26(4), 809–825. <https://doi.org/10.1080/1369118X.2021.1989011>
- Büchi, M., Fosch-Villaronga, E., Lutz, C., Tamò-Larrieux, A., Velidi, S., & Viljoen, S. (2020). The Chilling Effects of Algorithmic Profiling: Mapping the Issues. *Computer Law & Security Review*, 36, 105367. <https://doi.org/10.1016/j.clsr.2019.105367>
- Büching, C., Walter-Herrmann, J., & Schelhowe, H. (2012). Die Agency digitaler Artefakte in Bildungskontexten – Typologie von Interaktionsverläufen zwischen Subjekt und Technologie. In J. Stubbe & M. Töppel (Hrsg.), *Muster und Verläufe der Mensch-Technik-Interaktivität* (S. 7–18).
- Budde, L. (2021). *Entwicklung und Rekonstruktion einer interaktionsgeprägten Sichtweise auf das komplementäre Mensch-Maschine-Verhältnis* [Diss., Universität Paderborn].
- Buolamwini, J., & Gebru, T. (2018). Gender Shades: Intersectional Accuracy Disparities in Commercial Gender Classification. *Conference on Fairness, Accountability, and Transparency*, 81.
- Burrell, J. (2016). How the Machine ‘Thinks’: Understanding Opacity in Machine Learning Algorithms. *Big Data & Society*, 3(1), 1–12. <https://doi.org/10.1177/2053951715622512>
- Calzada Prado, J., & Marzal, M. Á. (2013). Incorporating Data Literacy into Information Literacy Programs: Core Competencies and Contents. *Libri*, 63(2). <https://doi.org/10/gcpb3g>
- Cao, L. (2018). Data Science: A Comprehensive Overview. *ACM Computing Surveys*, 50(3), 1–42. <https://doi.org/10.1145/3076253>
- Carrascosa, J. M., Mikians, J., Cuevas, R., Erramilli, V., & Laoutaris, N. (2015). I Always Feel like Somebody’s Watching Me: *Measuring Online Behavioural Advertising. Proceedings of the 11th ACM Conference on Emerging Networking Experiments and Technologies*, 1–13. <https://doi.org/10.1145/2716281.2836098>
- Casal-Otero, L., Catala, A., Fernández-Morante, C., Taboada, M., Cebreiro, B., & Barro, S. (2023). AI Literacy in K-12: A Systematic Literature Review. *International Journal of STEM Education*, 10(1), 29. <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00418-7>

- Caspersen, M. E., Diethelm, I., Gal-Ezer, J., McGettrick, A., Nardelli, E., Passey, D., Ro-
van, B., & Webb, M. (2022). *Informatics Reference Framework for School*. National
Science Foundation. <https://doi.org/10.1145/3592625>
- Center For Self-Determination Theory. (n. d.). Intrinsic Motivation Inventory (IMI). <https://selfdeterminationtheory.org/intrinsic-motivation-inventory/>
- Chandra, S., Verma, S., Lim, W. M., Kumar, S., & Donthu, N. (2022). Personalization
in Personalized Marketing: Trends and Ways Forward. *Psychology & Marketing*,
39(8), 1529–1562. <https://doi.org/10.1002/mar.21670>
- Cheney-Lippold, J. (2017). *We Are Data: Algorithms and The Making of Our Digital
Selves*. NYU Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctt1gk0941>
- Chi, Y., Jeng, W., Acker, A., & Bowler, L. (2018). Affective, Behavioral, and Cognitive
Aspects of Teen Perspectives on Personal Data in Social Media: A Model of Youth
Data Literacy. In G. Chowdhury, J. McLeod, V. Gillet & P. Willett (Hrsg.), *Trans-
forming Digital Worlds* (S. 442–452, Bd. 10766). Springer International Publishing.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-78105-1_49
- Cho, H. (2022). Privacy Helplessness on Social Media: Its Constituents, Antecedents and
Consequences. *Internet Research*, 32(1), 150–171. <https://doi.org/10.1108/INTR-05-2020-0269>
- Choi, H., Park, J., & Jung, Y. (2018). The Role of Privacy Fatigue in Online Privacy
Behavior. *Computers in Human Behavior*, 81, 42–51. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.12.001>
- Chollet, F. (2023). *How I Think about LLM Prompt Engineering: Prompting as Searching
through a Space of Vector Programs*. Sparks in the Wind. Verfügbar 1. August 2025
unter [https://open.substack.com/pub/fchollet/p/how-i-think-about-llm-prompt-
engineering](https://open.substack.com/pub/fchollet/p/how-i-think-about-llm-prompt-engineering)
- Clement, J. J. (2013). Roles for Explanatory Models and Analogies in Conceptual Change.
In S. Vosniadou (Hrsg.), *International Handbook of Research on Conceptual Change*
(2. ed, S. 414–446). Routledge.
- Cohen, J. (1992). A Power Primer. *Psychological Bulletin*, 112(1), 155–159. <https://doi.org/10/as7>
- Coll, R. K., France, B., & Taylor, I. (2005). The Role of Models/and Analogies in Science
Education: Implications from Research. *International Journal of Science Educati-
on*, 27(2), 183–198. <https://doi.org/10.1080/0950069042000276712>
- Collins, A. (1992). Toward a Design Science of Education. In E. Scanlon & T. O’Shea
(Hrsg.), *New Directions in Educational Technology* (S. 15–22). Springer Berlin
Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-77750-9_2
- Colnago, J., Cranor, L., & Acquisti, A. (2023). Is There a Reverse Privacy Paradox?
An Exploratory Analysis of Gaps Between Privacy Perspectives and Privacy-
Seeking Behaviors. *Proceedings on Privacy Enhancing Technologies*, 2023(1), 455–
476. <https://doi.org/10.56553/popets-2023-0027>
- Combemale, B., Kienzle, J., Mussbacher, G., Ali, H., Amyot, D., Bagherzadeh, M., Batot,
E., Bencomo, N., Benni, B., Bruel, J.-M., Cabot, J., Cheng, B. H., Collet, P.,
Engels, G., Heinrich, R., Jezequel, J.-M., Koziol, A., Mosser, S., Reussner, R.,
... Wimmer, M. (2021). A Hitchhiker’s Guide to Model-Driven Engineering for
Data-Centric Systems. *IEEE Software*, 38(4), 71–84. <https://doi.org/10/gknx5c>

- Correia, J., & Compeau, D. (2017). Information Privacy Awareness (IPA): A Review of the Use, Definition and Measurement of IPA. *Hawaii International Conference on System Sciences*. <https://doi.org/10.24251/HICSS.2017.486>
- Couldry, N. (2014). Inaugural: A Necessary Disenchantment: Myth, Agency and Injustice in a Digital World. *The Sociological Review*, 62(4), 880–897. <https://doi.org/10.1111/1467-954X.12158>
- Couldry, N., & Mejias, U. A. (2019). Data Colonialism: Rethinking Big Data’s Relation to the Contemporary Subject. *Television & New Media*, 20(4), 336–349. <https://doi.org/10.1177/1527476418796632>
- Couldry, N., & Powell, A. (2014). Big Data from the Bottom Up. *Big Data & Society*, 1(2), 205395171453927. <https://doi.org/10.1177/2053951714539277>
- Council of the European Union. (2023). Regulatory Framework Proposal on Artificial Intelligence. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/regulatory-framework-ai>
- Cukier, K., Mayer-Schönberger, V., & de Véricourt, F. (2022). *Framers: wie wir bessere Entscheidungen treffen und warum uns Maschinen um diese Stärke immer beneiden werden* (1. Auflage). REDLINE.
- Culnan, M. J., & Armstrong, P. K. (1999). Information Privacy Concerns, Procedural Fairness, and Impersonal Trust: An Empirical Investigation. *Organization Science*, 10(1), 104–115. <https://doi.org/10.1287/orsc.10.1.104>
- Curzon, P., Waite, J., Maton, K., & Donohue, J. (2020). Using Semantic Waves to Analyse the Effectiveness of Unplugged Computing Activities. *Proceedings of the 15th Workshop on Primary and Secondary Computing Education*, 1–10. <https://doi.org/10.1145/3421590.3421606>
- Dahlgren, P. M. (2021). A Critical Review of Filter Bubbles and a Comparison with Selective Exposure. *Nordicom Review*, 42(1), 15–33. <https://doi.org/10.2478/nor-2021-0002>
- Dalton, C. M., & Thatcher, J. (2015). Inflated Granularity: Spatial “Big Data” and Geodemographics. *Big Data & Society*, 2(2), 205395171560114. <https://doi.org/10.1177/2053951715601144>
- Datenethikkommission der Bundesregierung (Hrsg.). (2019). Gutachten Der Datenethikkommission. <https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/themen/it-digitalpolitik/gutachten-datenethikkommission.html>
- Datta, A., Tschantz, M. C., & Datta, A. (2015). Automated Experiments on Ad Privacy Settings: A Tale of Opacity, Choice, and Discrimination. *Proceedings on Privacy Enhancing Technologies*, 2015(1), 92–112. <https://doi.org/10.1515/popets-2015-0007>
- De Haan, G. (2008). Gestaltungskompetenz als Kompetenzkonzept der Bildung für nachhaltige Entwicklung. In I. Bormann & G. De Haan (Hrsg.), *Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung* (S. 23–43). VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-531-90832-8_4
- De Laat, P. B. (2018). Algorithmic Decision-Making Based on Machine Learning from Big Data: Can Transparency Restore Accountability? *Philosophy & Technology*, 31(4), 525–541. <https://doi.org/10.1007/s13347-017-0293-z>

- De Ridder, J. (2006). The (Alleged) Inherent Normativity of Technological Explanations. *Techné: Research in Philosophy and Technology*, 10(1), 79–94. <https://doi.org/10.5840/techné200610143>
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior*. Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-2271-7>
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The "Whatänd "Whyöf Goal Pursuits: Human Needs and the Self-Determination of Behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227–268. https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01
- Den Hengst, F., Grua, E. M., el Hassouni, A., & Hoogendoorn, M. (2020). Reinforcement Learning for Personalization: A Systematic Literature Review. *Data Science*, 3(2), 107–147. <https://doi.org/10.3233/DS-200028>
- Dencik, L., & Cable, J. (2017). The Advent of Surveillance Realism: Public Opinion and Activist Responses to the Snowden Leaks. *International Journal of Communication*, 11(1), 763–781.
- Denning, P. J., & Denning, D. E. (2020). Dilemmas of Artificial Intelligence. *Communications of the ACM*, 63(3), 22–24. <https://doi.org/10.1145/3379920>
- Dhein, A., & Grimm, R. (2017). Standortlokalisierung in modernen Smartphones: Grundlagen und aktuelle Entwicklungen. *Informatik-Spektrum*, 40(3), 245–254. <https://doi.org/10/gh2x95>
- Dienlin, T., & Trepte, S. (2015). Is the Privacy Paradox a Relic of the Past? An In-depth Analysis of Privacy Attitudes and Privacy Behaviors. *European Journal of Social Psychology*, 45(3), 285–297. <https://doi.org/10.1002/ejsp.2049>
- Diethelm, I., Dörge, C., Mesaros, A.-M., & Dünnebier, M. (2011). Die Didaktische Rekonstruktion für den Informatikunterricht. *INFOS 2011 - Informatik in Bildung und Beruf - 14. GI-Fachtagung Informatik und Schule*, 77–86.
- D'Ignazio, C., & Bhargava, R. (2015). Approaches to Building Big Data Literacy. *Bloomberg Data for Good Exchange Conference*.
- Dindler, C., Iversen, O. S., Caspersen, M. E., & Smith, R. C. (2022). Computational Empowerment. In S.-C. Kong & H. Abelson (Hrsg.), *Computational Thinking Education in K-12* (S. 121–140). The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/13375.003.0009>
- Dindler, C., Iversen, O. S., Hjorth, M., Smith, R. C., & Nielsen, H. D. (2023). DORIT: An Analytical Model for Computational Empowerment in K-9 Education. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 37, 100599. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2023.100599>
- Dindler, C., Smith, R., & Iversen, O. S. (2020). Computational Empowerment: Participatory Design in Education. *CoDesign*, 16(1), 66–80. <https://doi.org/10.1080/15710882.2020.1722173>
- Dinev, T., & Hart, P. (2006). An Extended Privacy Calculus Model for E-Commerce Transactions. *Information Systems Research*, 17(1), 61–80. <https://doi.org/10/dtvds8>
- Dini Kounoudes, A., Kapitsaki, G. M., & Katakis, I. (2023). Enhancing User Awareness on Inferences Obtained from Fitness Trackers Data. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 33(4), 967–1014. <https://doi.org/10.1007/s11257-022-09353-8>
- DiPaola, D., Payne, B. H., & Breazeal, C. (2022). Preparing Children to Be Conscientious Consumers and Designers of AI Technologies. In S.-C. Kong & H. Abelson (Hrsg.),

- Computational Thinking Education in K–12* (S. 181–206). The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/13375.003.0014>
- Döring, N., & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften* (5. vollständig überarbeitete, aktualisierte und erweiterte Auflage). Springer.
- Dowthwaite, L., Creswick, H., Portillo, V., Zhao, J., Patel, M., Vallejos, E. P., Koene, A., & Jirotko, M. (2020). "It's Your Private Information. It's Your Life.": Young People's Views of Personal Data Use by Online Technologies. *Proceedings of the Interaction Design and Children Conference*, 121–134. <https://doi.org/10.1145/3392063.3394410>
- Draper, N. A., Pieter Hoffmann, C., Lutz, C., Ranzini, G., & Turow, J. (2024). Privacy Resignation, Apathy, and Cynicism: Introduction to a Special Theme. *Big Data & Society*, 11(3), 20539517241270663. <https://doi.org/10.1177/20539517241270663>
- Draper, N. A., & Turow, J. (2019). The Corporate Cultivation of Digital Resignation. *New Media & Society*, 21(8), 1824–1839. <https://doi.org/10.1177/1461444819833331>
- Druga, S., & Ko, A. J. (2021). How Do Children's Perceptions of Machine Intelligence Change When Training and Coding Smart Programs? *Interaction Design and Children*, 49–61. <https://doi.org/10.1145/3459990.3460712>
- Du Boulay, B., O'Shea, T., & Monk, J. (1999). The Black Box inside the Glass Box: Presenting Computing Concepts to Novices. *International Journal of Human-Computer Studies*, 51(2), 265–277. <https://doi.org/10.1006/ijhc.1981.0309>
- Duckworth, A. L., Gendler, T. S., & Gross, J. J. (2016). Situational Strategies for Self-Control. *Perspectives on Psychological Science*, 11(1), 35–55. <https://doi.org/10.1177/1745691615623247>
- Dwork, C. (2011). A Firm Foundation for Private Data Analysis. *Communications of the ACM*, 54(1), 86–95. <https://doi.org/10.1145/1866739.1866758>
- Eagle, N., Pentland, A. (, & Lazer, D. (2009). Inferring Friendship Network Structure by Using Mobile Phone Data. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(36), 15274–15278. <https://doi.org/10.1073/pnas.0900282106>
- Eccles, J. S., Adler, T. F., Futterman, R., Goff, S. B., Kaczala, C. M., Meece, J. L., & Midgley, C. (1983). Expectancies Values and Academic Behaviors. In J. T. Spence (Hrsg.), *Achievement and Achievement Motives* (S. 75–146). W.H. Freeman.
- Emirbayer, M., & Mische, A. (1998). What Is Agency? *American Journal of Sociology*, 103(4), 962–1023. <https://doi.org/10.1086/231294>
- Endsley, M. R. (1995). Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 37(1), 32–64. <https://doi.org/10.1518/001872095779049543>
- Engels, B. (2018). Datenschutzpräferenzen von Jugendlichen in Deutschland. *Vierteljahresschrift zur empirischen Wirtschaftsforschung*, 45(2).
- Epstein, R., & Robertson, R. E. (2015). The Search Engine Manipulation Effect (SEME) and Its Possible Impact on the Outcomes of Elections. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(33). <https://doi.org/10.1073/pnas.1419828112>
- Epstein, R., Robertson, R. E., Lazer, D., & Wilson, C. (2017). Suppressing the Search Engine Manipulation Effect (SEME). *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 1(CSCW), 1–22. <https://doi.org/10.1145/3134677>

- Eslami, M., Karahalios, K., Sandvig, C., Vaccaro, K., Rickman, A., Hamilton, K., & Kirlik, A. (2016). First I "like" It, Then I Hide It: Folk Theories of Social Feeds. *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 2371–2382. <https://doi.org/10/gfgq9s>
- Eslami, M., Rickman, A., Vaccaro, K., Aleyasen, A., Vuong, A., Karahalios, K., Hamilton, K., & Sandvig, C. (2015). "I Always Assumed That I Wasn't Really That Close to [Her]": Reasoning about Invisible Algorithms in News Feeds. *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, 153–162. <https://doi.org/10/gfgxg9>
- Eteläpelto, A., Vähäsantanen, K., Hökkä, P., & Paloniemi, S. (2013). What Is Agency? Conceptualizing Professional Agency at Work. *Educational Research Review*, 10, 45–65. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2013.05.001>
- Fan, H., & Poole, M. S. (2006). What Is Personalization? Perspectives on the Design and Implementation of Personalization in Information Systems. *Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce*, 16(3-4), 179–202. <https://doi.org/10.1080/10919392.2006.9681199>
- Fincher, S., Jeuring, J., Miller, C. S., Donaldson, P., Du Boulay, B., Hauswirth, M., Hellas, A., Hermans, F., Lewis, C., Mühling, A., Pearce, J. L., & Petersen, A. (2020). Notional Machines in Computing Education: The Education of Attention. *Proceedings of the Working Group Reports on Innovation and Technology in Computer Science Education*, 21–50. <https://doi.org/10.1145/3437800.3439202>
- Fischer, G. (2002). Beyond "Couch Potatoes": From Consumers to Designers and Active Contributors. *First Monday*, 7(12). <https://doi.org/10.5210/fm.v7i12.1010>
- Fischer, G., & Giaccardi, E. (2006). Meta-Design: A Framework for the Future of End-User Development. In H. Lieberman, F. Paternò & V. Wulf (Hrsg.), *End User Development* (S. 427–457, Bd. 9). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/1-4020-5386-X_19
- Fishman, J., Lushin, V., & Mandell, D. S. (2020). Predicting Implementation: Comparing Validated Measures of Intention and Assessing the Role of Motivation When Designing Behavioral Interventions. *Implementation Science Communications*, 1(1), 81. <https://doi.org/10.1186/s43058-020-00050-4>
- Flake, J., Barron, K., Hulleman, C., McCoach, D. B., & Welsh, M. (2015). Measuring Cost: The Forgotten Component of Expectancy-Value Theory. *Contemporary Educational Psychology*, 41. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2015.03.002>
- Freire, P. (2012). *Pedagogy of the Oppressed* (Repr.). Bloomsbury.
- Gabriele, S., & Chiasson, S. (2020). Understanding Fitness Tracker Users' Security and Privacy Knowledge, Attitudes and Behaviours. *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–12. <https://doi.org/10/gnqv9n>
- Gana, K., & Broc, G. (2019). *Structural Equation Modeling with Lavaan*. ISTE and Wiley.
- Gandy, O. H., Jr. (2012). Statistical Surveillance. In *Routledge Handbook of Surveillance Studies*. Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203814949.ch2_1_a
- Garcia, D. (2017). Leaking Privacy and Shadow Profiles in Online Social Networks. *Science Advances*, 3(8), e1701172. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1701172>
- Gauch, S., Speretta, M., Chandramouli, A., & Micarelli, A. (2007). User Profiles for Personalized Information Access. In P. Brusilovsky, A. Kobsa & W. Nejdl (Hrsg.),

- The Adaptive Web* (S. 54–89, Bd. 4321). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-72079-9_2
- Gebre, E. H. (2018). Young Adults’ Understanding and Use of Data: Insights for Fostering Secondary School Students’ Data Literacy. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 18(4), 330–341. <https://doi.org/10.1007/s42330-018-0034-z>
- Gebre, E. H. (2022). Conceptions and Perspectives of Data Literacy in Secondary Education. *British Journal of Educational Technology*, 53(5), 1080–1095. <https://doi.org/10.1111/bjet.13246>
- Gerber, N., Gerber, P., & Volkamer, M. (2018). Explaining the Privacy Paradox: A Systematic Review of Literature Investigating Privacy Attitude and Behavior. *Computers & Security*, 77, 226–261. <https://doi.org/10.1016/j.cose.2018.04.002>
- Gerdon, F. (2024). Attitudes on Data Use for Public Benefit: Investigating Context-Specific Differences Across Germany, Spain, and the United Kingdom With a Longitudinal Survey Experiment. *Social Media + Society*, 10(4), 20563051241301202. <https://doi.org/10.1177/20563051241301202>
- Gesellschaft für Informatik. (2025). Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I - Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik e. V. https://doi.org/https://doi.org/10.18420/rec2025_052
- Giddens, A. (1984). *The Constitution of Society: Outline of the Theory of Structuration*. University of California Press.
- Giere, R. N. (2009). An Agent-Based Conception of Models and Scientific Representation. *Synthese*, 172(2), 269. <https://doi.org/10.1007/s11229-009-9506-z>
- Gilbert, J. K. (2006). On the Nature of “Context” in Chemical Education. *International Journal of Science Education*, 28(9), 957–976. <https://doi.org/10.1080/09500690600702470>
- Gilbert, J. K., & Justi, R. (2016). Models of Modelling. In *Modelling-Based Teaching in Science Education* (S. 17–40, Bd. 9). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-29039-3_2
- Ginart, A., Guan, M., Valiant, G., & Zou, J. Y. (2019). Making AI Forget You: Data Deletion in Machine Learning. *Advances in Neural Information Processing Systems 32 (NeurIPS 2019)*, 32, 1–14.
- Gollwitzer, P. M. (1993). Goal Achievement: The Role of Intentions. *European Review of Social Psychology*, 4(1), 141–185. <https://doi.org/10.1080/14792779343000059>
- Gollwitzer, P. M., & Sheeran, P. (2006). Implementation Intentions and Goal Achievement: A Meta-analysis of Effects and Processes. *Advances in Experimental Social Psychology*, 38, 69–119. [https://doi.org/10.1016/S0065-2601\(06\)38002-1](https://doi.org/10.1016/S0065-2601(06)38002-1)
- Gomez-Uribe, C. A., & Hunt, N. (2016). The Netflix Recommender System: Algorithms, Business Value, and Innovation. *ACM Transactions on Management Information Systems*, 6(4), 1–19. <https://doi.org/10/gfpmzv>
- González, M. C., Hidalgo, C. A., & Barabási, A.-L. (2008). Understanding Individual Human Mobility Patterns. *Nature*, 453(7196), 779–782. <https://doi.org/10.1038/nature06958>
- Goray, C., & Schoenebeck, S. (2022). Youths’ Perceptions of Data Collection in Online Advertising and Social Media. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 6(CSCW2), 1–27. <https://doi.org/10.1145/3555576>

- Gouvea, J., & Passmore, C. (2017). 'Models of' versus 'Models for': Toward an Agent-Based Conception of Modeling in the Science Classroom. *Science & Education*, 26(1), 49–63. <https://doi.org/10.1007/s11191-017-9884-4>
- Gresse Von Wangenheim, C., Hauck, J. C. R., Pacheco, F. S., & Bertonceli Bueno, M. F. (2021). Visual Tools for Teaching Machine Learning in K-12: A Ten-Year Systematic Mapping. *Education and Information Technologies*, 26(5), 5733–5778. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10570-8>
- Grover, S. (2024). Teaching AI to K-12 Learners: Lessons, Issues, and Guidance. *Proceedings of the 55th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 1*, 422–428. <https://doi.org/10.1145/3626252.3630937>
- Guidotti, R., Monreale, A., Ruggieri, S., Turini, F., Giannotti, F., & Pedreschi, D. (2019). A Survey of Methods for Explaining Black Box Models. *ACM Computing Surveys*, 51(5), 1–42. <https://doi.org/10.1145/3236009>
- Gunning, D., Stefik, M., Choi, J., Miller, T., Stumpf, S., & Yang, G.-Z. (2019). XAI—Explainable Artificial Intelligence. *Science Robotics*, 4(37), eaay7120. <https://doi.org/10.1126/scirobotics.aay7120>
- Guzdial, M. (2010). Does Contextualized Computing Education Help? *ACM Inroads*, 1(4), 4–6. <https://doi.org/10.1145/1869746.1869747>
- Hadam, S. (2021). Pendler Mobil: Die Verwendung von Mobilfunkdaten zur Unterstützung der amtlichen Pendlerstatistik: Können Mobilfunkdaten die amtliche Pendlerrechnung unterstützen? *AStA Wirtschafts- und Sozialstatistisches Archiv*, 15(3-4), 197–235. <https://doi.org/10/gqv58w>
- Hagendorf, H., Krummenacher, J., Müller, H.-J., & Schubert, T. (Hrsg.). (2011). *Wahrnehmung und Aufmerksamkeit: allgemeine Psychologie für Bachelor ; mit 7 Tabellen*. Springer.
- Haggerty, K. D., & Ericson, R. V. (2000). The Surveillant Assemblage. *The British Journal of Sociology*, 51(4), 605–622. <https://doi.org/10/dxmxbh>
- Hardy, C., & Leiba-O'Sullivan, S. (1998). The Power Behind Empowerment: Implications for Research and Practice. *Human Relations*, 51(4), 451–483. <https://doi.org/10.1177/001872679805100402>
- Hargittai, E., & Marwick, A. E. (2016). “What Can I Really Do?” Explaining the Privacy Paradox with Online Apathy. *International Journal of Communication*, 10, 3737–3757.
- Hazzan, O., & Mike, K. (2022). Teaching Core Principles of Machine Learning with a Simple Machine Learning Algorithm: The Case of the KNN Algorithm in a High School Introduction to Data Science Course. *ACM Inroads*, 13(1), 18–25. <https://doi.org/10/gqv577>
- Heckhausen, H. (1987). Perspektiven einer Psychologie des Willens. In H. Heckhausen, P. M. Gollwitzer & F. E. Weinert (Hrsg.), *Jenseits des Rubikon: Der Wille in den Humanwissenschaften* (S. 121–142). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-71763-5_9
- Heckhausen, H., & Gollwitzer, P. M. (1987). Thought Contents and Cognitive Functioning in Motivational versus Volitional States of Mind. *Motivation and Emotion*, 11(2), 101–120. <https://doi.org/10.1007/BF00992338>

- Hinds, J., & Joinson, A. N. (2018). What Demographic Attributes Do Our Digital Footprints Reveal? A Systematic Review (D. Garcia, Hrsg.). *PLOS ONE*, 13(11), e0207112. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0207112>
- Hitron, T., Orlev, Y., Wald, I., Shamir, A., Erel, H., & Zuckerman, O. (2019). Can Children Understand Machine Learning Concepts?: The Effect of Uncovering Black Boxes. *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–11. <https://doi.org/10.1145/3290605.3300645>
- Hoffmann, C. P., Lutz, C., & Ranzini, G. (2016). Privacy Cynicism: A New Approach to the Privacy Paradox. *Cyberpsychology: Journal of Psychosocial Research on Cyberspace*, 10(4). <https://doi.org/10.5817/CP2016-4-7>
- Hoffmann, C. P., Lutz, C., & Ranzini, G. (2024). Inequalities in Privacy Cynicism: An Intersectional Analysis of Agency Constraints. *Big Data & Society*, 11(1), 20539517241232629. <https://doi.org/10.1177/20539517241232629>
- Höper, L., Hüsing, S., Malatyali, H., Schulte, C., & Budde, L. (2021). Methodik für Datenprojekte im Informatikunterricht. *LOG IN*, 41(1), 31–38.
- Höper, L., Podworny, S., Schulte, C., & Frischemeier, D. (2022). Exploration of Location Data: Real Data in the Context of Interaction with a Cellular Network. *Proceedings of the IASE 2021 Satellite Conference*. <https://doi.org/10.52041/iase.nkppy>
- Höper, L., & Schulte, C. (2021a). Datenbewusstsein im Kontext digitaler Kompetenzen für einen selbstbestimmten Umgang mit datengetriebenen digitalen Artefakten. In Gesellschaft für Informatik e.V. (Hrsg.), *INFORMATIK 2021* (S. 1623–1632). Gesellschaft für Informatik. <https://doi.org/10.18420/informatik2021-136>
- Höper, L., & Schulte, C. (2021b). Datenbewusstsein: Aufmerksamkeit für die eigenen Daten. In L. Humbert (Hrsg.), *Informatik - Bildung von Lehrkräften in allen Phasen* (S. 73–82, Bd. Lecture Notes in Informatics (LNI)). Gesellschaft für Informatik. https://doi.org/10.18420/infos2021_f235
- Höper, L., & Schulte, C. (2023). Paradigmenwechsel vom klassischen zum datengetriebenen Problemlösen im Informatikunterricht. *MNU journal*, 76(4), 314–320.
- Höper, L., & Schulte, C. (2024a). The Data Awareness Framework as Part of Data Literacies in K-12 Education. *Information and Learning Sciences*, 125(7/8), 491–512. <https://doi.org/10.1108/ILS-06-2023-0075>
- Höper, L., & Schulte, C. (2024b). Empowering Students for the Data-Driven World: A Qualitative Study of the Relevance of Learning about Data-Driven Technologies. *Informatics in Education*, 23(3), 593–624. <https://doi.org/10.15388/infedu.2024.19>
- Höper, L., & Schulte, C. (2024c). New Perspectives on the Future of Computing Education: Teaching and Learning Explanatory Models. *24th Koli Calling International Conference on Computing Education Research*, 1–8. <https://doi.org/10.1145/3699538.3699558>
- Höper, L., Schulte, C., & Benz Müller, C. (2024). Verantwortung. In U. Furbach, E. Kitzelmann, T. Michaeli & U. Schmid (Hrsg.), *Künstliche Intelligenz für Lehrkräfte* (S. 219–236). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-44248-4_16
- Höper, L., Schulte, C., & Mühling, A. (2024a). Learning an Explanatory Model of Data-Driven Technologies Can Lead to Empowered Behavior: A Mixed-Methods Study in K-12 Computing Education. *Proceedings of the 2024 ACM Conference on In-*

- ternational Computing Education Research - Volume 1 (ICER 2024), 326–342. <https://doi.org/10.1145/3632620.3671118>
- Höper, L., Schulte, C., & Mühling, A. (2024b). Students' Motivation and Intention to Engage with Data-Driven Technologies from a CS Perspective in Everyday Life. *Proceedings of the 2024 Innovation and Technology in Computer Science Education V. 1 (ITiCSE 2024)*, 1–7. <https://doi.org/10.1145/3649217.3653625>
- Hopmann, S. (2007). Restrained Teaching: The Common Core of Didaktik. *European Educational Research Journal*, 6(2), 109–124. <https://doi.org/10/fqfkn5>
- Hosman, L., & Pérez Comisso, M. A. (2020). How Do We Understand “Meaningful Use” of the Internet? Of Divides, Skills and Socio-Technical Awareness. *Journal of Information, Communication and Ethics in Society*, 18(3), 461–479. <https://doi.org/10/ghnfxd>
- Houkes, W. (2006). Knowledge of Artefact Functions. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 37(1), 102–113. <https://doi.org/10/b5gw58>
- Houkes, W., Kroes, P., Meijers, A., & Vermaas, P. E. (2011). Dual-Nature and Collectivist Frameworks for Technical Artefacts: A Constructive Comparison. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 42(1), 198–205. <https://doi.org/10/c3bj4b>
- Howard, A., & Borenstein, J. (2018). The Ugly Truth About Ourselves and Our Robot Creations: The Problem of Bias and Social Inequity. *Science and Engineering Ethics*, 24(5), 1521–1536. <https://doi.org/10.1007/s11948-017-9975-2>
- Hu, L.-t., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff Criteria for Fit Indexes in Covariance Structure Analysis: Conventional Criteria versus New Alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1–55. <https://doi.org/10.1080/10705519909540118>
- Hußmann, S., Thiele, J., Hinz, R., Prediger, S., & Ralle, B. (2013). Gegenstandsorientierte Unterrichtsdesigns entwickeln und erforschen: Fachdidaktische Entwicklungsforschung im Dortmunder Modell. In M. Komorek & S. Prediger (Hrsg.), *Der lange Weg zum Unterrichtsdesign: zur Begründung und Umsetzung fachdidaktischer Forschungs- und Entwicklungsprogramme* (Online-Ausg.). Waxmann.
- Iivari, N. (2020). Empowering Children to Make and Shape Our Digital Futures – from Adults Creating Technologies to Children Transforming Cultures. *The International Journal of Information and Learning Technology*, 37(5), 279–293. <https://doi.org/10.1108/IJILT-03-2020-0023>
- Iske, S. (2016). Medienbildung im Kontext digitaler Personenprofile. In D. Verständig, J. Holze & R. Biermann (Hrsg.), *Von der Bildung zur Medienbildung* (S. 257–280). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-10007-0_13
- Iversen, O. S., Smith, R. C., & Dindler, C. (2018). From Computational Thinking to Computational Empowerment: A 21st Century PD Agenda. *Proceedings of the 15th Participatory Design Conference: Full Papers - Volume 1*, 1–11. <https://doi.org/10.1145/3210586.3210592>
- Jannach, D., Zanker, M., Ge, M., & Gröning, M. (2012). Recommender Systems in Computer Science and Information Systems – A Landscape of Research. In W. Van Der Aalst, J. Mylopoulos, M. Rosemann, M. J. Shaw, C. Szyperski, C. Huemer & P. Lops (Hrsg.), *E-Commerce and Web Technologies* (S. 76–87, Bd. 123). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-32273-0_7

- Jordan, M. I., & Mitchell, T. M. (2015). Machine Learning: Trends, Perspectives, and Prospects. *Science*, 349(6245), 255–260. <https://doi.org/10.1126/science.aaa8415>
- Jörissen, B., & Marotzki, W. (2009). *Medienbildung - eine Einführung: Theorie - Methoden - Analysen*. Klinkhardt.
- Kaspersen, M. H., Bilstrup, K.-E. K., Van Mechelen, M., Hjorth, A., Bouvin, N. O., & Petersen, M. G. (2021). VotestratesML: A High School Learning Tool for Exploring Machine Learning and Its Societal Implications. *FabLearn Europe / MakeEd 2021 - An International Conference on Computing, Design and Making in Education*, 1–10. <https://doi.org/10.1145/3466725.3466728>
- Kaspersen, M. H., Graungaard, D., Bouvin, N. O., Petersen, M. G., & Eriksson, E. (2021). Towards a Model of Progression in Computational Empowerment in Education. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 29, 100302. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2021.100302>
- Kattmann, U., Duit, R., Gropengießer, H., & Komorek, M. (1997). Das Modell Der Didaktische Rekonstruktion - Ein Rahmen Für Naturwissenschaftsdidaktische Forschung Und Entwicklung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 3(3), 3–18.
- Keen, C. (2020). Apathy, Convenience or Irrelevance? Identifying Conceptual Barriers to Safeguarding Children’s Data Privacy. *New Media & Society*, 24(1), 1–20. <https://doi.org/10.1177/1461444820960068>
- Kelava, A., & Moosbrugger, H. (2020). Einführung in die Item-Response-Theorie (IRT). In H. Moosbrugger & A. Kelava (Hrsg.), *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion* (S. 369–409). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-61532-4_16
- Kennedy, H., Poell, T., & Van Dijck, J. (2015). Data and Agency. *Big Data & Society*, 2(2), 1–7. <https://doi.org/10.1177/2053951715621569>
- Kezer, M., Dienlin, T., & Baruh, L. (2022). Getting the Privacy Calculus Right: Analyzing the Relations between Privacy Concerns, Expected Benefits, and Self-Disclosure Using Response Surface Analysis. *Cyberpsychology: Journal of Psychosocial Research on Cyberspace*, 16(4). <https://doi.org/10.5817/CP2022-4-1>
- Khatib, E. J., Perles Roselló, M. J., Miranda-Páez, J., Giralt, V., & Barco, R. (2021). Mass Tracking in Cellular Networks for the COVID-19 Pandemic Monitoring. *Sensors*, 21(10), 3424. <https://doi.org/10/gmbzk5>
- Kiefer, M. (2024). Bewusstsein. In M. Rieger & J. Müsseler (Hrsg.), *Allgemeine Psychologie* (S. 183–217). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-68476-4_6
- Kinnula, M., Iivari, N., Molin-Juustila, T., Leinonen, T., Mansikkamäki, E., Käkälä, T., & Similä, M. (2017). Cooperation, Combat, or Competence Building – What Do We Mean When We Are ‘Empowering Children’ in and through Digital Technology Design? *International Conference on Information Systems*.
- Kitchin, R. (2014). *The Data Revolution: Big Data, Open Data, Data Infrastructures & Their Consequences*. SAGE Publications.
- Kitchin, R. (2017). Thinking Critically about and Researching Algorithms. *Information, Communication & Society*, 20(1), 14–29. <https://doi.org/10.1080/1369118X.2016.1154087>
- Kitchin, R., & Dodge, M. (2011). *Code/Space: Software and Everyday Life*. MIT Press.
- Kitchin, R., & Lauriault, T. (2014). Towards Critical Data Studies: Charting and Unpacking Data Assemblages and Their Work.

- Klafki, W. (1998). Schlüsselqualifikationen/Allgemeinbildung — Konsequenzen für Schulstrukturen. In K.-H. Braun, C. Hoffmann, H.-G. Hofmann, H.-H. Krüger & J.-H. Olbertz (Hrsg.), *Schule mit Zukunft* (S. 145–208). VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-322-95063-5_6
- Klafki, W. (2007). *Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik: zeitgemäße Allgemeinbildung und kritisch-konstruktive Didaktik* (6. Auflage). Beltz Verlag.
- Knees, P., Schedl, M., Ferwerda, B., & Laplante, A. (2019). User Awareness in Music Recommender Systems. In *Personalized Human-Computer Interaction* (S. 223–252). De Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783110552485-009>
- Knobelsdorf, M. (2011). *Biographische Lern- Und Bildungsprozesse Im Handlungskontext Der Computernutzung* [Diss., Freie Universität Berlin].
- Knogler, M., & Lewalter, D. (2013). Design-Based Research im naturwissenschaftlichen Unterricht. Das motivationsfördernde Potenzial situierter Lernumgebungen im Fokus, 13. <https://doi.org/10/ghz7hf>
- Kokolakis, S. (2017). Privacy Attitudes and Privacy Behaviour: A Review of Current Research on the Privacy Paradox Phenomenon. *Computers & Security*, 64, 122–134. <https://doi.org/10.1016/j.cose.2015.07.002>
- Kollnig, K., Shuba, A., Van Kleek, M., Binns, R., & Shadbolt, N. (2022). Goodbye Tracking? Impact of iOS App Tracking Transparency and Privacy Labels. *2022 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency*, 508–520. <https://doi.org/10.1145/3531146.3533116>
- Korenhof, P., Giesbers, E., & Sanderse, J. (2023). Contextualizing Realism: An Analysis of Acts of Seeing and Recording in Digital Twin Datafication. *Big Data & Society*, 10(1), 205395172311550. <https://doi.org/10.1177/20539517231155061>
- Kosinski, M., Stillwell, D., & Graepel, T. (2013). Private Traits and Attributes Are Predictable from Digital Records of Human Behavior. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(15), 5802–5805. <https://doi.org/10/krx>
- Koubek, J., Schulte, C., Schulze, P., & Witten, H. (2009). Informatik im Kontext (IniK) - Ein integratives Unterrichtskonzept für den Informatikunterricht. *Zukunft braucht Herkunft – 25 Jahre »INFOS – Informatik und Schule«*, 268–279.
- Kramer, A. D. I., Guillory, J. E., & Hancock, J. T. (2014). Experimental Evidence of Massive-Scale Emotional Contagion through Social Networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(24), 8788–8790. <https://doi.org/10.1073/pnas.1412583111>
- Kroes, P. (1998). Technological Explanations: The Relation between Structure and Function of Technological Objects. *Society for Philosophy and Technology Quarterly Electronic Journal*, 3(3), 124–134. <https://doi.org/10.5840/techne19983325>
- Kroes, P. (2002). Design Methodology and the Nature of Technical Artefacts. *Design Studies*, 23(3), 287–302. <https://doi.org/10/fv2w5t>
- Kruger, H. A., & Kearney, W. D. (2006). A Prototype for Assessing Information Security Awareness. *Computers & Security*, 25(4), 289–296. <https://doi.org/10.1016/j.cose.2006.02.008>
- Kuckartz, U. (2014). *Qualitative Text Analysis: A Guide to Methods, Practice & Using Software*. SAGE.
- Kuckartz, U. (2018). *Qualitative Inhaltsanalyse: Methoden, Praxis, Computerunterstützung* (4. Auflage). Beltz Juventa.

- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics*, 33(1), 159–174. <https://doi.org/10/dtzfj3>
- Lazer, D., Baum, M. A., Benkler, Y., Berinsky, A. J., Greenhill, K. M., Menczer, F., Metzger, M. J., Nyhan, B., Pennycook, G., Rothschild, D., Schudson, M., Sloman, S. A., Sunstein, C. R., Thorson, E. A., Watts, D. J., & Zittrain, J. L. (2018). The Science of Fake News. *Science*, 359(6380), 1094–1096. <https://doi.org/10/gc3jgv>
- Lazer, D., Pentland, A., Adamic, L., Aral, S., Barabási, A.-L., Brewer, D., Christakis, N., Contractor, N., Fowler, J., Gutmann, M., Jebara, T., King, G., Macy, M., Roy, D., & Van Alstyne, M. (2009). Computational Social Science. *Science*, 323(5915), 721–723. <https://doi.org/10.1126/science.1167742>
- Lazer, D., Pentland, A., Watts, D. J., Aral, S., Athey, S., Contractor, N., Freelon, D., Gonzalez-Bailon, S., King, G., Margetts, H., Nelson, A., Salganik, M. J., Strohmaier, M., Vespignani, A., & Wagner, C. (2020). Computational Social Science: Obstacles and Opportunities. *Science*, 369(6507), 1060–1062. <https://doi.org/10.1126/science.aaz8170>
- Lee, H., Park, H., & Kim, J. (2013). Why Do People Share Their Context Information on Social Network Services? A Qualitative Study and an Experimental Study on Users' Behavior of Balancing Perceived Benefit and Risk. *International Journal of Human-Computer Studies*, 71(9), 862–877. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2013.01.005>
- Lee, I., Ali, S., Zhang, H., DiPaola, D., & Breazeal, C. (2021). Developing Middle School Students' AI Literacy. *Proceedings of the 52nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, 191–197. <https://doi.org/10.1145/3408877.3432513>
- Lehmann-Wermser, A., & Konrad, U. (2016). Design-Based Research Als Eine Der Praxis Verpflichtete, Theoretisch Fundierte Methode Der Unterrichtsforschung Und -Entwicklung. In J. Knigge & A. Niessen (Hrsg.), *Musikpädagogik Und Erziehungswissenschaft* (S. 265–280, Bd. 37). Waxmann.
- Leiva, L. A., Arapakis, I., & Iordanou, C. (2021). My Mouse, My Rules: Privacy Issues of Behavioral User Profiling via Mouse Tracking. *Proceedings of the 2021 Conference on Human Information Interaction and Retrieval*, 51–61. <https://doi.org/10.1145/3406522.3446011>
- Leon, P. G., Ur, B., Wang, Y., Sleeper, M., Balebako, R., Shay, R., Bauer, L., Christodorescu, M., & Cranor, L. F. (2013). What Matters to Users? Factors That Affect Users' Willingness to Share Information with Online Advertisers. *Proceedings of the Ninth Symposium on Usable Privacy and Security*, 1–12. <https://doi.org/10.1145/2501604.2501611>
- Li, T., Reiman, K., Agarwal, Y., Cranor, L. F., & Hong, J. I. (2022). Understanding Challenges for Developers to Create Accurate Privacy Nutrition Labels. *CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–24. <https://doi.org/10.1145/3491102.3502012>
- Lipman, R. (2016). Online Privacy and the Invisible Market for Our Data. *Dickinson Law Review*, 120(3), 777–806.
- Lipton, Z. C. (2018). The Mythos of Model Interpretability. *Communications of the ACM*, 61(10), 36–43. <https://doi.org/10.1145/3233231>

- Liu, B., Ding, M., Shaham, S., Rahayu, W., Farokhi, F., & Lin, Z. (2022). When Machine Learning Meets Privacy: A Survey and Outlook. *ACM Computing Surveys*, 54(2), 1–36. <https://doi.org/10.1145/3436755>
- Livingstone, S., Stoilova, M., & Nandagiri, R. (2020). Data and Privacy Literacy: The Role of the School in Educating Children in a Datafied Society. In D. Frau-Meigs, S. Kotilainen, M. Pathak-Shelat, M. Hoechsmann & S. R. Poyntz (Hrsg.), *The Handbook of Media Education Research* (1. Aufl., S. 413–425). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119166900.ch38>
- Lonati, V., Brodnik, A., Bell, T., Csizmadia, A. P., De Mol, L., Hickman, H., Keane, T., Mirolo, C., & Monga, M. (2022). What We Talk About When We Talk About Programs. *ITiCSE 2022: Innovation and Technology in Computer Science Education*, 117–164. <https://doi.org/10.1145/3571785.3574125>
- Long, D., & Magerko, B. (2020). What Is AI Literacy? Competencies and Design Considerations. *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–16. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376727>
- Lowens, B., Motti, V. G., & Caine, K. (2017). Wearable Privacy: Skeletons in The Data Closet. *2017 IEEE International Conference on Healthcare Informatics (ICHI)*, 39, 295–304. <https://doi.org/10.1109/ichi.2017.29>
- Lundberg, S. M., Erion, G., Chen, H., DeGrave, A., Prutkin, J. M., Nair, B., Katz, R., Himmelfarb, J., Bansal, N., & Lee, S.-I. (2020). From Local Explanations to Global Understanding with Explainable AI for Trees. *Nature Machine Intelligence*, 2(1), 56–67. <https://doi.org/10.1038/s42256-019-0138-9>
- Lupton, D., & Michael, M. (2017). ‘Depends on Who’s Got the Data’: Public Understandings of Personal Digital Dataveillance. *Surveillance & Society*, 15(2), 254–268. <https://doi.org/10.24908/ss.v15i2.6332>
- Lutz, C., Hoffmann, C. P., & Ranzini, G. (2020). Data Capitalism and the User: An Exploration of Privacy Cynicism in Germany. *New Media & Society*, 22(7), 1168–1187. <https://doi.org/10.1177/1461444820912544>
- Lyon, D. (2014). Surveillance, Snowden, and Big Data: Capacities, Consequences, Critique. *Big Data & Society*, 1(2), 205395171454186. <https://doi.org/10.1177/2053951714541861>
- Mahr, B. (2009a). Die Informatik und die Logik der Modelle. *Informatik Spektrum*, 32, 228–249. <https://doi.org/10.1007/s00287-009-0340-y>
- Mahr, B. (2009b). Information Science and the Logic of Models. *Software & Systems Modeling*, 8(3), 365–383. <https://doi.org/10.1007/s10270-009-0119-2>
- Maier, S. F., & Seligman, M. E. (1976). Learned Helplessness: Theory and Evidence. *Journal of Experimental Psychology: General*, 105(1), 3–46. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.105.1.3>
- Mair, P., & Hatzinger, R. (2007). Extended Rasch Modeling: The eRm Package for the Application of IRT Models in R. *Journal of Statistical Software*, 20, 1–20. <https://doi.org/10.18637/jss.v020.i09>
- Mann, M., & Matzner, T. (2019). Challenging Algorithmic Profiling: The Limits of Data Protection and Anti-Discrimination in Responding to Emergent Discrimination. *Big Data & Society*, 6(2), 1–11. <https://doi.org/10.1177/2053951719895805>
- Margulieux, L. E., Dorn, B., & Searle, K. A. (2019). Learning Sciences for Computing Education. In S. A. Fincher & A. V. Robins (Hrsg.), *The Cambridge Handbook of*

- Computing Education Research* (1. Aufl., S. 208–230). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108654555.009>
- Mariescu-Istodor, R., & Jormanainen, I. (2019). Machine Learning for High School Students. *Proceedings of the 19th Koli Calling International Conference on Computing Education Research*, 1–9. <https://doi.org/10.1145/3364510.3364520>
- Markland, D., & Hardy, L. (1997). On the Factorial and Construct Validity of the Intrinsic Motivation Inventory: Conceptual and Operational Concerns. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 68(1), 20–32. <https://doi.org/10.1080/02701367.1997.10608863>
- Marotzki, W. (1990). *Entwurf einer strukturalen Bildungstheorie: biographietheoretische Auslegung von Bildungsprozessen in hochkomplexen Gesellschaften*. Deutscher Studien Verlag.
- Marović, M., Mihoković, M., Mikša, M., Pribil, S., & Tus, A. (2011). Automatic Movie Ratings Prediction Using Machine Learning. *2011 Proceedings of the 34th International Convention MIPRO*, 1640–1645.
- Marwick, A. E., & Boyd, D. (2014). Networked Privacy: How Teenagers Negotiate Context in Social Media. *New Media & Society*, 16(7), 1051–1067. <https://doi.org/10.1177/1461444814543995>
- Marwick, A. E., & Hargittai, E. (2019). Nothing to Hide, Nothing to Lose? Incentives and Disincentives to Sharing Information with Institutions Online. *Information, Communication & Society*, 22(12), 1697–1713. <https://doi.org/10.1080/1369118X.2018.1450432>
- Mathur, A., Kshirsagar, M., & Mayer, J. (2021). What Makes a Dark Pattern... Dark?: Design Attributes, Normative Considerations, and Measurement Methods. *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–18. <https://doi.org/10.1145/3411764.3445610>
- Maton, K. (2013). Making Semantic Waves: A Key to Cumulative Knowledge-Building. *Linguistics and Education*, 24(1), 8–22. <https://doi.org/10.1016/j.linged.2012.11.005>
- Matzner, T. (2014). Why Privacy Is Not Enough Privacy in the Context of “Ubiquitous Computing” and “Big Data”. *Journal of Information, Communication and Ethics in Society*, 12(2), 93–106. <https://doi.org/10.1108/JICES-08-2013-0030>
- Matzner, T. (2016). Beyond Data as Representation: The Performativity of Big Data in Surveillance. *Surveillance & Society*, 14(2), 197–210. <https://doi.org/10/gfc8ns>
- Matzner, T., Masur, P. K., Ochs, C., & von Pape, T. (2016). Do-It-Yourself Data Protection—Empowerment or Burden? In S. Gutwirth, R. Leenes & P. De Hert (Hrsg.), *Data Protection on the Move* (S. 277–305, Bd. 24). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-7376-8_11
- Mayer, J. R., & Mitchell, J. C. (2012). Third-Party Web Tracking: Policy and Technology. *2012 IEEE Symposium on Security and Privacy*, 413–427. <https://doi.org/10.1109/SP.2012.47>
- Mayer-Schönberger, V., & Cukier, K. (2017). *Big Data: die Revolution, die unser Leben verändern wird* (D. Mallett, Übers.; 3. Auflage). Redline Verlag.
- McAuley, E., Duncan, T., & Tammen, V. V. (1989). Psychometric Properties of the Intrinsic Motivation Inventory in a Competitive Sport Setting: A Confirmatory

- Factor Analysis. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 60(1), 48–58. <https://doi.org/10.1080/02701367.1989.10607413>
- McCosker, A. (2017). Data Literacies for the Postdemographic Social Media Self. *First Monday*, 22(10). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5210/fm.v22i10.7307>
- McKenney, S. E., & Reeves, T. C. (2019). *Conducting Educational Design Research* (Second edition). Routledge/Taylor & Francis Group.
- Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest. (2024). JIM-Studie 2024 - Jugend, Information, Medien - Basisuntersuchung Zum Medienumgang 12- Bis 19-Jähriger in Deutschland. <https://mpfs.de/studie/jim-studie-2024/>
- Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest. (2025). KIM-Studie 2024 - Kindheit, Internet, Medien - Basisuntersuchung Zum Medienumgang 6- Bis 13-Jähriger in Deutschland. <https://mpfs.de/studie/kim-studie-2024/>
- Mehrabi, N., Morstatter, F., Saxena, N., Lerman, K., & Galstyan, A. (2022). A Survey on Bias and Fairness in Machine Learning. *ACM Computing Surveys*, 54(6), 1–35. <https://doi.org/10.1145/3457607>
- Mertala, P. (2021). The Pedagogy of Multiliteracies as a Code Breaker: A Suggestion for a Transversal Approach to Computing Education in Basic Education. *British Journal of Educational Technology*, 52(6), 2227–2241. <https://doi.org/10.1111/bjet.13125>
- Mertala, P., & Fagerlund, J. (2024). Finnish 5th and 6th Graders' Misconceptions about Artificial Intelligence. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 39, 100630. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2023.100630>
- Mertala, P., Fagerlund, J., & Calderon, O. (2022). Finnish 5th and 6th Grade Students' Pre-Instructional Conceptions of Artificial Intelligence (AI) and Their Implications for AI Literacy Education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100095. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100095>
- Mertens, S., Herberz, M., Hahnel, U. J. J., & Brosch, T. (2022). The Effectiveness of Nudging: A Meta-Analysis of Choice Architecture Interventions across Behavioral Domains. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119(1), e2107346118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2107346118>
- Milano, S., Taddeo, M., & Floridi, L. (2020). Recommender Systems and Their Ethical Challenges. *AI & SOCIETY*, 35(4), 957–967. <https://doi.org/10/ggnfgc>
- Montag, C. (2021). *Du gehörst uns! die psychologischen Strategien von Facebook, TikTok, Snapchat & Co - und wie wir uns vor der großen Manipulation schützen* (1. Auflage). Blessing Verlag.
- Moosbrugger, H., & Brandt, H. (2020a). Antwortformate und Itemtypen. In H. Moosbrugger & A. Kelava (Hrsg.), *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion* (S. 91–117). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-61532-4_5
- Moosbrugger, H., & Brandt, H. (2020b). Itemkonstruktion und Antwortverhalten. In H. Moosbrugger & A. Kelava (Hrsg.), *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion* (S. 67–89). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-61532-4_4
- Moosbrugger, H., & Kelava, A. (Hrsg.). (2020). *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-61532-4>
- Motti, V. G., & Caine, K. (2015). Users' Privacy Concerns About Wearables. In M. Brenner, N. Christin, B. Johnson & K. Rohloff (Hrsg.), *Financial Cryptography*

- and Data Security* (S. 231–244). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-48051-9_17
- Mühlhoff, R. (2018). Digitale Entmündigung Und User Experience Design: Wie Digitale Geräte Uns Nudgen, Tracken Und Zur Unwissenheit Erziehen. *Leviathan*, 46(4), 551–574. <https://doi.org/10.5771/0340-0425-2018-4-551>
- Mühlhoff, R. (2021). Predictive Privacy: Towards an Applied Ethics of Data Analytics. *Ethics and Information Technology*, 23(4), 675–690. <https://doi.org/10.1007/s10676-021-09606-x>
- Mühlhoff, R. (2022). Prädiktive Privatheit: Kollektiver Datenschutz Im Kontext von Big Data Und KI. In M. Friedewald, A. Roßnagel, J. Heesen, N. Krämer & J. Lamla (Hrsg.), *Künstliche Intelligenz, Demokratie Und Privatheit* (S. 31–58). Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG. <https://doi.org/10.5771/9783748913344-31>
- Mühlhoff, R., Breljak, A., & Slaby, J. (2019). *Affekt Macht Netz: Auf Dem Weg Zu Einer Sozialtheorie Der Digitalen Gesellschaft*. transcript-Verlag. <https://doi.org/10.14361/9783839444399>
- Mühlhoff, R., & Ruschemeier, H. (2024). Predictive Analytics and the Collective Dimensions of Data Protection. *Law, Innovation and Technology*, 16(1), 261–292. <https://doi.org/10.1080/17579961.2024.2313794>
- Mühling, A., & Große-Bölting, G. (2023). Novices’ Conceptions of Machine Learning. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100142. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100142>
- Müller, H. J., & Rabbitt, P. M. (1989). Reflexive and Voluntary Orienting of Visual Attention: Time Course of Activation and Resistance to Interruption. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15(2), 315–330. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.15.2.315>
- Narayanan, A., Mathur, A., Chetty, M., & Kshirsagar, M. (2020). Dark Patterns: Past, Present, and Future: The Evolution of Tricky User Interfaces. *Queue*, 18(2), 67–92. <https://doi.org/10.1145/3400899.3400901>
- Naumov, M., Mudigere, D., Shi, H.-J. M., Huang, J., Sundaraman, N., Park, J., Wang, X., Gupta, U., Wu, C.-J., Azzolini, A. G., Dzhulgakov, D., Mallevich, A., Cherniavskii, I., Lu, Y., Krishnamoorthi, R., Yu, A., Kondratenko, V., Pereira, S., Chen, X., . . . Smelyanskiy, M. (2019). Deep Learning Recommendation Model for Personalization and Recommendation Systems. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1906.00091>
- Neumann, K. (2014). Rasch-Analyse naturwissenschaftsbezogener Leistungstests. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschafts-didaktischen Forschung* (S. 355–369). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-37827-0_28
- Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Chu, S. K. W., & Qiao, M. S. (2021). Conceptualizing AI Literacy: An Exploratory Review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100041. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100041>
- Nijenhuis-Voogt, J., Bayram-Jacobs, D., Meijer, P. C., & Barendsen, E. (2021). Omnipresent yet Elusive: Teachers’ Views on Contexts for Teaching Algorithms in Secondary Education. *Computer Science Education*, 31(1), 30–59. <https://doi.org/10.1080/08993408.2020.1783149>
- Nijenhuis-Voogt, J., Meijer, P. C., & Barendsen, E. (2018). Context-Based Teaching and Learning of Fundamental Computer Science Concepts: Exploring Teachers’ Ideas.

- Proceedings of the 13th Workshop in Primary and Secondary Computing Education*, 1–4. <https://doi.org/10.1145/3265757.3265772>
- Nissenbaum, H. (2004). Privacy as Contextual Integrity. *Washington Law Review*, 79(1), 119–158.
- Nissenbaum, H. (2010). *Privacy in Context: Technology, Policy, and the Integrity of Social Life*. Stanford University Press. <https://doi.org/10.1515/9780804772891>
- Nissenbaum, H. (2011). A Contextual Approach to Privacy Online. *Daedalus*, 140(4), 32–48. https://doi.org/10.1162/daed_a_00113
- Norberg, P. A., Horne, D. R., & Horne, D. A. (2007). The Privacy Paradox: Personal Information Disclosure Intentions versus Behaviors. *Journal of Consumer Affairs*, 41(1), 100–126. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6606.2006.00070.x>
- Ntoutsis, E., Fafalios, P., Gadiraju, U., Iosifidis, V., Nejdl, W., Vidal, M.-E., Ruggieri, S., Turini, F., Papadopoulos, S., Krasanakis, E., Kompatsiaris, I., Kinder-Kurlanda, K., Wagner, C., Karimi, F., Fernandez, M., Alani, H., Berendt, B., Kruegel, T., Heinze, C., ... Staab, S. (2020). Bias in Data-driven Artificial Intelligence Systems—An Introductory Survey. *WIREs Data Mining and Knowledge Discovery*, 10(3). <https://doi.org/10/gg6z29>
- Obar, J. A. (2015). Big Data and The Phantom Public: Walter Lippmann and the Fallacy of Data Privacy Self-Management. *Big Data & Society*, 2(2), 2053951715608876. <https://doi.org/10.1177/2053951715608876>
- OECD. (2014). Summary of the OECD Privacy Expert Roundtable: Protecting Privacy in a Data-driven Economy: Taking Stock of Current Thinking. <https://doi.org/10.1787/9789264196391-en>
- O’Neil, C. (2016). *Weapons of Math Destruction: How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy* (First edition). Crown.
- Osborne, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177–196. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9384-1>
- Palsa, L., & Mertala, P. (2022). Disciplinary Contextualisation of Transversal Competence in Finnish Local Curricula: The Case of Multiliteracy, Mathematics, and Social Studies. *Education Inquiry*, 13(2), 226–247. <https://doi.org/10.1080/20004508.2020.1855827>
- Pangrazio, L., & Sefton-Green, J. (2020). The Social Utility of ‘Data Literacy’. *Learning, Media and Technology*, 45(2), 208–220. <https://doi.org/10/ggx64s>
- Pangrazio, L., & Selwyn, N. (2018). “It’s Not Like It’s Life or Death or Whatever”: Young People’s Understandings of Social Media Data. *Social Media + Society*, 4(3), 1–9. <https://doi.org/10/gkcx3m>
- Pangrazio, L., & Selwyn, N. (2019a). ‘Personal Data Literacies’: A Critical Literacies Approach to Enhancing Understandings of Personal Digital Data. *New Media & Society*, 21(2), 419–437. <https://doi.org/10.1177/1461444818799523>
- Pangrazio, L., & Selwyn, N. (2019b). ‘Personal Data Literacies’: A Critical Literacies Approach to Enhancing Understandings of Personal Digital Data. *New Media & Society*, 21(2), 419–437. <https://doi.org/10.1177/1461444818799523>
- Pangrazio, L., & Selwyn, N. (2020). Towards a School-Based ‘Critical Data Education’. *Pedagogy, Culture & Society*, 29(3), 431–448. <https://doi.org/10.1080/14681366.2020.1747527>

- Papadogiannakis, E., Papadopoulos, P., Kourtellis, N., & Markatos, E. P. (2021). User Tracking in the Post-cookie Era: How Websites Bypass GDPR Consent to Track Users. *Proceedings of the Web Conference 2021*, 2130–2141. <https://doi.org/10.1145/3442381.3450056>
- Pariser, E. (2012). *The Filter Bubble: What the Internet Is Hiding from You*. Penguin books.
- Passmore, C., Gouvea, J. S., & Giere, R. (2014). Models in Science and in Learning Science: Focusing Scientific Practice on Sense-making. In M. R. Matthews (Hrsg.), *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (S. 1171–1202). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7654-8_36
- Peters, M., & Roviró, B. (2017). Fachdidaktischer Forschungsverbund FaBiT: Erforschung von Wandel im Fachunterricht mit dem Bremer Modell des Design-Based Research. In S. Doff & R. Komoss (Hrsg.), *Making Change Happen: Wandel im Fachunterricht analysieren und gestalten* (S. 19–32). Springer Fachmedien. https://doi.org/10.1007/978-3-658-14979-6_2
- Portegies Zwart, S. (2018). Computational Astrophysics for the Future. *Science*, 361(6406), 979–980. <https://doi.org/10.1126/science.aau3206>
- Portugal, I., Alencar, P., & Cowan, D. (2018). The Use of Machine Learning Algorithms in Recommender Systems: A Systematic Review. *Expert Systems with Applications*, 97, 205–227. <https://doi.org/10/gfvzsj>
- Powers, E. (2017). My News Feed Is Filtered?: Awareness of News Personalization among College Students. *Digital Journalism*, 5(10), 1315–1335. <https://doi.org/10.1080/21670811.2017.1286943>
- Pybus, J., Coté, M., & Blanke, T. (2015). Hacking the Social Life of Big Data. *Big Data & Society*, 2(2), 2053951715616649. <https://doi.org/10.1177/2053951715616649>
- Quayyum, F., Cruzes, D. S., & Jaccheri, L. (2021). Cybersecurity Awareness for Children: A Systematic Literature Review. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 30, 100343. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2021.100343>
- Quinn, K., & Epstein, D. (2023). Dimensionalizing Privacy to Advance the Study of Digital Disempowerment. *Big Data & Society*, 10(2), 20539517231221739. <https://doi.org/10.1177/20539517231221739>
- Raffaghelli, J. E., Romero Carbonell, M., & Romeu-Fontanillas, T. (2024). *In My Opinion, the TOS...* Situating Personal Data Literacy Interventions. *Information and Learning Sciences*, 125(5/6), 367–388. <https://doi.org/10.1108/ILS-06-2023-0086>
- Rahwan, I., Cebrian, M., Obradovich, N., Bongard, J., Bonnefon, J.-F., Breazeal, C., Crandall, J. W., Christakis, N. A., Couzin, I. D., Jackson, M. O., Jennings, N. R., Kamar, E., Kloumann, I. M., Larochelle, H., Lazer, D., McElreath, R., Mislove, A., Parkes, D. C., Pentland, A. S., ... Wellman, M. (2019). Machine Behaviour. *Nature*, 568(7753), 477–486. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1138-y>
- Rammert, W. (2012). Distributed Agency and Advanced Technology. Or: How to Analyze Constellations of Collective Inter-Agency. In *Agency without Actors? New Approaches to Collective Action* (S. 89–112). Routledge.
- Rammert, W., & Schulz-Schaeffer, I. (2002). Technik und Handeln: wenn soziales Handeln sich auf menschliches Verhalten und technische Artefakte verteilt. In W. Rammert & I. Schulz-Schaeffer (Hrsg.), *Können Maschinen handeln? Soziologische Beiträge*

- zum Verhältnis von Mensch und Technik (S. 11–64). Campus Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-531-90485-6_6
- Rappaport, J. (1981). In Praise of Paradox: A Social Policy of Empowerment over Prevention. *American Journal of Community Psychology*, 9(1), 1–25. <https://doi.org/10.1007/bf00896357>
- Rappaport, J. (1987). Terms of Empowerment/Exemplars of Prevention: Toward a Theory for Community Psychology. *American Journal of Community Psychology*, 15(2), 121–148. <https://doi.org/10.1007/BF00919275>
- Read, J., & Markopoulos, P. (2013). Child–Computer Interaction. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 1(1), 2–6. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2012.09.001>
- Register, Y., & Ko, A. J. (2020). Learning Machine Learning with Personal Data Helps Stakeholders Ground Advocacy Arguments in Model Mechanics. *Proceedings of the 2020 ACM Conference on International Computing Education Research*, 67–78. <https://doi.org/10.1145/3372782.3406252>
- Reimann, P. (2011). Design-Based Research. In L. Markauskaite, P. Freebody & J. Irwin (Hrsg.), *Methodological Choice and Design* (S. 37–50). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-90-481-8933-5_3
- Resnick, M., & Silverman, B. (2005). Some Reflections on Designing Construction Kits for Kids. *Proceedings of the 2005 Conference on Interaction Design and Children*, 117–122. <https://doi.org/10.1145/1109540.1109556>
- Ricci, F., Rokach, L., & Shapira, B. (2011). Introduction to Recommender Systems Handbook. In F. Ricci, L. Rokach, B. Shapira & P. B. Kantor (Hrsg.), *Recommender Systems Handbook* (S. 1–35). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-0-387-85820-3_1
- Rick, D., Morisse, M., & Schirmer, I. (2012). Bringing Contexts into the Classroom: A Design-Based Approach. *Proceedings of the 7th Workshop in Primary and Secondary Computing Education*, 105–115. <https://doi.org/10.1145/2481449.2481476>
- Ridsdale, C., Rothwell, J., Smit, M., Bliemel, M., Irvine, D., Kelley, D., Matwin, S., Wuetherick, B., & Ali-Hassan, H. (2015). Strategies and Best Practices for Data Literacy Education Knowledge Synthesis Report.
- Rizvi, S., Waite, J., & Sentence, S. (2023). Artificial Intelligence Teaching and Learning in K-12 from 2019 to 2022: A Systematic Literature Review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100145. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100145>
- Ronen, S., Riva, O., Johnson, M., & Thompson, D. (2013). Taking Data Exposure into Account: How Does It Affect the Choice of Sign-in Accounts? *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 3423–3426. <https://doi.org/10.1145/2470654.2466469>
- Rosseel, Y. (2012). Lavaan : An R Package for Structural Equation Modeling. *Journal of Statistical Software*, 48(2). <https://doi.org/10.18637/jss.v048.i02>
- Ruckenstein, M. (2014). Visualized and Interacted Life: Personal Analytics and Engagements with Data Doubles. *Societies*, 4(1), 68–84. <https://doi.org/10/gcfm5d>
- Rücker, M. T., Van Joolingen, W. R., & Pinkwart, N. (2020). Small but Powerful: A Learning Study to Address Secondary Students’ Conceptions of Everyday Computing Technology. *ACM Transactions on Computing Education*, 20(2), 1–27. <https://doi.org/10.1145/3377880>

- Ruppert, E. (2011). Population Objects: Interpassive Subjects. *Sociology*, 45(2), 218–233. <https://doi.org/10.1177/0038038510394027>
- Rushkoff, D. (2010). *Program or Be Programmed: Ten Commands for a Digital Age*. OR Books.
- Sander, I. (2020). What Is Critical Big Data Literacy and How Can It Be Implemented? *Internet Policy Review*, 9(2). <https://doi.org/10.14763/2020.2.1479>
- Sandoval, W. (2014). Conjecture Mapping: An Approach to Systematic Educational Design Research. *Journal of the Learning Sciences*, 23(1), 18–36. <https://doi.org/10/gf8rsh>
- Sandvig, C., Hamilton, K., Karahalios, K., & Langbort, C. (2014). Auditing Algorithms: Research Methods for Detecting Discrimination on Internet Platforms. *Data and Discrimination: Converting Critical Concerns into Productive Inquiry*.
- Sarker, I. H. (2021). Machine Learning: Algorithms, Real-World Applications and Research Directions. *SN Computer Science*, 2(3), 160. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00592-x>
- Schelhowe, H. (2011). Interaktionsdesign. Wie werden Digitale Medien zu Bildungsmedien? <https://doi.org/10/gqv589>
- Schild, M. (2005). Information Literacy, Statistical Literacy, Data Literacy. *IASSIST Quarterly*, 28(2), 6. <https://doi.org/10/gmvbkk>
- Schmiemann, P., & Lücken, M. (2014). Validität – Misst mein Test, was er soll? In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschafts-didaktischen Forschung* (S. 107–118). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-37827-0_9
- Schulte, C. (2008). Duality Reconstruction – Teaching Digital Artifacts from a Socio-technical Perspective. In R. T. Mittermeir & M. M. Sysło (Hrsg.), *Informatics Education - Supporting Computational Thinking* (S. 110–121, Bd. 5090). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-69924-8_10
- Schulte, C. (2009). Dualitätsrekonstruktion als Hilfsmittel zur Entwicklung und Planung von Informatikunterricht. *INFOS - Zukunft braucht Herkunft*, 355–366.
- Schulte, C. (2012). Uncovering Structure behind Function: The Experiment as Teaching Method in Computer Science Education. *Proceedings of the 7th Workshop in Primary and Secondary Computing Education on - WiPSCE '12*, 40. <https://doi.org/10/ghqzq2>
- Schulte, C. (2022). Digitale Technologien Und Informatische Bildung Im Sachunterricht Der Grundschule. In A. Becher, E. Blumberg, T. Goll, K. Michalik & C. Tenberge (Hrsg.), *Sachunterricht in Der Informationsgesellschaft* (S. 42–51). Verlag Julius Klinkhardt. <https://doi.org/10.35468/5935-04>
- Schulte, C., & Budde, L. (2018). A Framework for Computing Education: Hybrid Interaction System: The Need for a Bigger Picture in Computing Education. *Proceedings of the 18th Koli Calling International Conference on Computing Education Research*, 1–10. <https://doi.org/10.1145/3279720.3279733>
- Schulte, C., & Knobelsdorf, M. (2007). Attitudes towards Computer Science-Computing Experiences as a Starting Point and Barrier to Computer Science. *Proceedings of the Third International Workshop on Computing Education Research - ICER '07*, 27. <https://doi.org/10.1145/1288580.1288585>

- Schulte, C., Sentance, S., & Barendsen, E. (2018). Computer Science, Interaction and the World. In S. Sentance, E. Barendsen & C. Schulte (Hrsg.), *Computer Science Education: Perspectives on Teaching and Learning in School*. Bloomsbury Academic. <https://doi.org/10.5040/9781350057142>
- Schulte, C., Winkelkemper, F., & Budde, L. (2023). Computer Science, Interaction and the World: The ARIadne Principle. In S. Sentance, E. Barendsen, N. R. Howard & C. Schulte (Hrsg.), *Computer Science Education: Perspectives on Teaching and Learning in School*. Bloomsbury Academic. <https://doi.org/10.5040/9781350296947>
- Schunk, D. H., DiBenedetto, M. K., Wentzel, K. R., & Miele, D. B. (2016). Self-Efficacy Theory in Education. In *Handbook of Motivation at School* (2. Aufl., S. 34–54). Routledge.
- Sculley, D., Holt, G., Golovin, D., Davydov, E., Phillips, T., Ebner, D., Chaudhary, V., Young, M., Crespo, J.-F., & Dennison, D. (2015). Hidden Technical Debt in Machine Learning Systems. *NIPS'15: Proceedings of the 28th International Conference on Neural Information Processing Systems, 2*, 2503–2511.
- Seberger, J. S., Llavore, M., Wyant, N. N., Shklovski, I., & Patil, S. (2021). Empowering Resignation: There's an App for That. *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–18. <https://doi.org/10.1145/3411764.3445293>
- Seberger, J. S., Shklovski, I., Swiatek, E., & Patil, S. (2022). Still Creepy After All These Years: The Normalization of Affective Discomfort in App Use. *CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–19. <https://doi.org/10.1145/3491102.3502112>
- Selwyn, N., & Pangrazio, L. (2018). Doing Data Differently? Developing Personal Data Tactics and Strategies amongst Young Mobile Media Users. *Big Data & Society*, 5(1). <https://doi.org/10/ggsfss>
- Sentance, S., & Waite, J. (2022). Perspectives on AI and Data Science Education. *AI, Data Science, and Young People. Understanding Computing Education (Vol 3). Proceedings of the Raspberry Pi Foundation Research Seminars*, 1–10.
- Shane, S., & Wakabayashi, D. (2018). 'The Business of War': Google Employees Protest Work for the Pentagon. *The New York Times*.
- Shavelson, R. J., Phillips, D. C., Towne, L., & Feuer, M. J. (2003). On the Science of Education Design Studies. *Educational Researcher*, 32(1), 25–28. <https://doi.org/10.3102/0013189X032001025>
- Shavelson, R. J., & Towne, L. (Hrsg.). (2002). *Scientific Research in Education*. National Academy Press.
- Shearer, C. (2000). The CRISP-DM Model: The New Blueprint for Data Mining. *Journal of Data Warehousing*, 5(4), 13–22.
- Sheeran, P. (2002). Intention—Behavior Relations: A Conceptual and Empirical Review. *European Review of Social Psychology*, 12(1), 1–36. <https://doi.org/10.1080/14792772143000003>
- Shyr, J., Chu, J., & Woods, M. (2018). Cognitive Data Analysis for Big Data. In W. K. Härdle, H. H.-S. Lu & X. Shen (Hrsg.), *Handbook of Big Data Analytics* (S. 23–47). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-18284-1_2

- Siles, I., Valerio-Alfaro, L., & Meléndez-Moran, A. (2022). Learning to like TikTok . . . and Not: Algorithm Awareness as Process. *New Media & Society*, 146144482211389. <https://doi.org/10.1177/14614448221138973>
- Sjöström, J., Frerichs, N., Zuin, V. G., & Eilks, I. (2017). Use of the Concept of *Bildung* in the International Science Education Literature, Its Potential, and Implications for Teaching and Learning. *Studies in Science Education*, 53(2), 165–192. <https://doi.org/10.1080/03057267.2017.1384649>
- Smith, B., & Shum, H. (Hrsg.). (2018). *The Future Computed: Artificial Intelligence and Its Role in Society*. Microsoft.
- Smith, R. C., Schaper, M.-M., Tamashiro, M. A., Van Mechelen, M., Petersen, M. G., & Iversen, O. S. (2023). A Research Agenda for Computational Empowerment for Emerging Technology Education. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 38, 100616. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2023.100616>
- Solove, D. J. (2020). The Myth of the Privacy Paradox. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3536265>
- Sorva, J. (2013). Notional Machines and Introductory Programming Education. *ACM Transactions on Computing Education*, 13(2), 1–31. <https://doi.org/10.1145/2483710.2483713>
- Srivastava, S., Wilska, T.-A., & Nyrhinen, J. (2023). Children as Social Actors Negotiating Their Privacy in the Digital Commercial Context. *Childhood*, 30(3), 235–252. <https://doi.org/10.1177/09075682231186486>
- Steichen, B., Ashman, H., & Wade, V. (2012). A Comparative Survey of Personalised Information Retrieval and Adaptive Hypermedia Techniques. *Information Processing & Management*, 48(4), 698–724. <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2011.12.004>
- Stoilova, M., Livingstone, S., & Nandagiri, R. (2020). Digital by Default: Children’s Capacity to Understand and Manage Online Data and Privacy. *Media and Communication*, 8(4), 197–207. <https://doi.org/10.17645/mac.v8i4.3407>
- Stokes, D. E. (1997). *Pasteur’s Quadrant: Basic Science and Technological Innovation*. Brookings Institution Press.
- Stubenvoll, M., & Binder, A. (2024). Is Knowledge Power? Testing Whether Knowledge Affects Chilling Effects and Privacy-Protective Behaviors Using Browser Histories. *Computers in Human Behavior*, 150, 107949. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2023.107949>
- Sun, K., Sugatan, C., Afnan, T., Simon, H., Gelman, S. A., Radesky, J., & Schaub, F. (2021). “They See You’re a Girl If You Pick a Pink Robot with a Skirt”: A Qualitative Study of How Children Conceptualize Data Processing and Digital Privacy Risks. *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–34. <https://doi.org/10.1145/3411764.3445333>
- Susser, D., Roessler, B., & Nissenbaum, H. (2019). Technology, Autonomy, and Manipulation. *Internet Policy Review*, 8(2), 1–22. <https://doi.org/10.14763/2019.2.1410>
- Swart, J. (2021). Experiencing Algorithms: How Young People Understand, Feel About, and Engage With Algorithmic News Selection on Social Media. *Social Media + Society*, 7(2), 205630512110088. <https://doi.org/10.1177/20563051211008828>
- Swart, J. (2023). Tactics of News Literacy: How Young People Access, Evaluate, and Engage with News on Social Media. *New Media & Society*, 25(3), 505–521. <https://doi.org/10.1177/14614448211011447>

- Tedre, M., Denning, P., & Toivonen, T. (2021). CT 2.0. *21st Koli Calling International Conference on Computing Education Research*, 1–8. <https://doi.org/10.1145/3488042.3488053>
- Tedre, M., Vartiainen, H., Kahila, J., Toivonen, T., Jormanainen, I., & Valtonen, T. (2020). Machine Learning Introduces New Perspectives to Data Agency in K—12 Computing Education. *2020 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 1–8. <https://doi.org/10.1109/FIE44824.2020.9274138>
- The Design-Based Research Collective. (2003). Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5–8. <https://doi.org/10.1016/j.fqmqz9>
- The New London Group. (1996). A Pedagogy of Multiliteracies: Designing Social Futures. *Harvard Educational Review*, 66(1), 60–93. <https://doi.org/10.17763/haer.66.1.17370n67v22j160u>
- Tiefel, S. (2005). Kodierung nach der Grounded Theory lern- und bildungstheoretisch modifiziert - Kodierleitlinien für die Analyse biographischen Lernens. *Zeitschrift für qualitative Bildungs-, Beratungs- und Sozialforschung*, 6(1), 65–84.
- Tifferet, S. (2019). Gender Differences in Privacy Tendencies on Social Network Sites: A Meta-Analysis. *Computers in Human Behavior*, 93, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.11.046>
- Tissenbaum, M., Sheldon, J., & Abelson, H. (2019). From Computational Thinking to Computational Action. *Communications of the ACM*, 62(3), 34–36. <https://doi.org/10.1145/3265747>
- Touretzky, D., Gardner-McCune, C., Martin, F., & Seehorn, D. (2019). Envisioning AI for K-12: What Should Every Child Know about AI? *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 33, 9795–9799. <https://doi.org/10.1609/aaai.v33i01.33019795>
- Tufekci, Z. (2014). Engineering the Public: Big Data, Surveillance and Computational Politics. *First Monday*, 19(7). <https://doi.org/10.5210/fm.v19i7.4901>
- Tulodziecki, G. (1983). Theoriegeleitete Entwicklung und Evaluation von Lehrmaterialien als eine Aufgabe der Unterrichtswissenschaft. *Unterrichtswissenschaft*, 11(3), 27–45. <https://doi.org/10.25656/01:1644>
- Tulodziecki, G. (2011). Handeln und Lernen in einer von Medien mitgestalteten Welt – Konsequenzen für Erziehung und Bildung. In C. Albers, J. Magenheimer & D. M. Meister (Hrsg.), *Schule in der digitalen Welt* (S. 43–64). VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-531-92850-0_3
- Tulodziecki, G., Grafe, S., & Herzig, B. (2013). *Gestaltungsorientierte Bildungsforschung und Didaktik: Theorie - Empirie - Praxis*. Klinkhardt.
- Tulodziecki, G., Grafe, S., & Herzig, B. (2014). Praxis- und theorieorientierte Entwicklung und Evaluation von Konzepten für medienpädagogisches Handeln als gestaltungsorientierte Bildungsforschung. In A. Hartung, B. Schorb, H. Niesyto, H. Moser & P. Grell (Hrsg.), *Jahrbuch Medienpädagogik 10* (S. 213–229). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-04718-4_11
- Tulodziecki, G., Herzig, B., & Grafe, S. (2019). *Medienbildung in Schule und Unterricht: Grundlagen und Beispiele* (2., vollständig überarbeitete und aktualisierte Auflage). Verlag Julius Klinkhardt.

- Turow, J., & Hennessy, M. (2015). The Tradeoff Fallacy: How Marketers Are Misrepresenting American Consumers and Opening Them Up to Exploitation. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2820060>
- Upmeier Zu Belzen, A., Krüger, D., & Van Driel, J. (Hrsg.). (2019). *Towards a Competence-Based View on Models and Modeling in Science Education* (Bd. 12). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-30255-9>
- Upmeier Zu Belzen, A., Van Driel, J., & Krüger, D. (2019). Introducing a Framework for Modeling Competence. In A. Upmeier Zu Belzen, D. Krüger & J. Van Driel (Hrsg.), *Towards a Competence-Based View on Models and Modeling in Science Education* (S. 3–19, Bd. 12). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-30255-9_1
- Ur, B., Leon, P. G., Cranor, L. F., Shay, R., & Wang, Y. (2012). Smart, Useful, Scary, Creepy: Perceptions of Online Behavioral Advertising. *Proceedings of the Eighth Symposium on Usable Privacy and Security*, 1–15. <https://doi.org/10.1145/2335356.2335362>
- Van den Akker, J. (2003). Curriculum Perspectives: An Introduction. In *Curriculum Landscapes and Trends*. Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-1205-7>
- Van den Akker, J. (2013). Curricular Development Research as a Specimen of Educational Design Research. In J. Van den Akker, B. Bannan, A. E. Kelly, N. Nieveen, T. Plomp, T. Plomp & N. Nieveen (Hrsg.), *Educational design research* (S. 52–71). Netherlands Institute for Curriculum Development.
- Van den Akker, J., Bannan, B., Kelly, A. E., Nieveen, N., & Plomp, T. (2013). *Educational Design Research* (T. Plomp & N. Nieveen, Hrsg.). Netherlands Institute for Curriculum Development.
- Van den Akker, J., Gravemeijer, K., McKenney, S., & Nieveen, N. (2011). Introducing Educational Design Research. In J. Van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney & N. Nieveen (Hrsg.), *Educational Design Research*. Routledge, Taylor & Francis Group.
- Van der Hof, S. (2017). I Agree, or Do I: A Rights-Based Analysis of the Law on Children’s Consent in the Digital World. *Wisconsin International Law Journal*, 34(2), 409–445.
- Van Mechelen, M., Have Musaeus, L., Iversen, O. S., Dindler, C., & Hjorth, A. (2021). A Systematic Review of Empowerment in Child-Computer Interaction Research. *Interaction Design and Children*, 119–130. <https://doi.org/10.1145/3459990.3460701>
- Van Wel, L., & Royakkers, L. (2004). Ethical Issues in Web Data Mining. *Ethics and Information Technology*, 6(2), 129–140. <https://doi.org/10.1023/B:ETIN.0000047476.05912.3d>
- Vartiainen, H., Liukkonen, P., & Tedre, M. (2023). *The Mosaic of Human-AI Co-Creation: Emerging Human-Technology Relationships in a Co-Design Process with Generative AI* (Preprint). EdArXiv. <https://doi.org/10.35542/osf.io/g5fb8>
- Vartiainen, H., & Tedre, M. (2024). How Text-to-Image Generative AI Is Transforming Mediated Action. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 1–12. <https://doi.org/10.1109/MCG.2024.3355808>

- Vartiainen, H., Tedre, M., Kahila, J., & Valtonen, T. (2023). Pre-Service Teachers' Understandings of Privacy in Social Media Environments. *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*, 99–105.
- Vartiainen, H., Toivonen, T., Jormanainen, I., Kahila, J., Tedre, M., & Valtonen, T. (2020a). Machine Learning for Middle-Schoolers: Children as Designers of Machine-Learning Apps. *2020 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 1–9. <https://doi.org/10.1109/FIE44824.2020.9273981>
- Vartiainen, H., Toivonen, T., Jormanainen, I., Kahila, J., Tedre, M., & Valtonen, T. (2020b). Machine Learning for Middle-Schoolers: Children as Designers of Machine-Learning Apps. *2020 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 1–9. <https://doi.org/10/gjmwgs>
- Vartiainen, H., Toivonen, T., Jormanainen, I., Kahila, J., Tedre, M., & Valtonen, T. (2021a). Machine Learning for Middle Schoolers: Learning through Data-Driven Design. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 29, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2021.100281>
- Vartiainen, H., Toivonen, T., Jormanainen, I., Kahila, J., Tedre, M., & Valtonen, T. (2021b). Machine Learning for Middle Schoolers: Learning through Data-Driven Design. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 29, 100281. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2021.100281>
- Vedder, A. (2011). Privacy 3.0. In S. van der Hof & M. M. Groothuis (Hrsg.), *Innovating Government* (S. 17–28, Bd. 20). T. M. C. Asser Press. https://doi.org/10.1007/978-90-6704-731-9_2
- Vergleichende Leistungsmessung in Schulen - eine umstrittene Selbstverständlichkeit. (2002). In F. E. Weinert (Hrsg.), *Leistungsmessungen in Schulen* (2. unveränderte Auflage, S. 17–31). Beltz.
- Verma, I. M. (2014). Editorial Expression of Concern: Experimental Evidence of Massivescale Emotional Contagion through Social Networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(29), 10779–10779. <https://doi.org/10.1073/pnas.1412469111>
- Vermaas, P. E. (2006). The Physical Connection: Engineering Function Ascriptions to Technical Artefacts and Their Components. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 37(1), 62–75. <https://doi.org/10/fcbxmq>
- Vermaas, P. E., & Houkes, W. (2006). Technical Functions: A Drawbridge between the Intentional and Structural Natures of Technical Artefacts. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 37(1), 5–18. <https://doi.org/10.1016/j.shpsa.2005.12.002>
- Vitak, J., Liao, Y., Kumar, P., Zimmer, M., & Kritikos, K. (2018). Privacy Attitudes and Data Valuation Among Fitness Tracker Users. In G. Chowdhury, J. McLeod, V. Gillet & P. Willett (Hrsg.), *Transforming Digital Worlds* (S. 229–239, Bd. 10766). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-78105-1_27
- Von Ahn, L., Maurer, B., McMillen, C., Abraham, D., & Blum, M. (2008). reCAPTCHA: Human-Based Character Recognition via Web Security Measures. *Science*, 321(5895), 1465–1468. <https://doi.org/10.1126/science.1160379>
- Waite, J., Maton, K., Curzon, P., & Tuttiett, L. (2019). Unplugged Computing and Semantic Waves: Analysing Crazy Characters. *Proceedings of the 1st UK & Ireland*

- Computing Education Research Conference on - UKICER*, 1–7. <https://doi.org/10.1145/3351287.3351291>
- Wang, G., Zhao, J., Van Kleek, M., & Shadbolt, N. (2023). ‘Treat Me as Your Friend, Not a Number in Your Database’: Co-designing with Children to Cope with Datafication Online. *Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–21. <https://doi.org/10.1145/3544548.3580933>
- Webb, T. L., & Sheeran, P. (2006). Does Changing Behavioral Intentions Engender Behavior Change? A Meta-Analysis of the Experimental Evidence. *Psychological Bulletin*, 132(2), 249–268. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.132.2.249>
- Wegner, P. (1997). Why Interaction Is More Powerful than Algorithms. *Communications of the ACM*, 40(5), 80–91. <https://doi.org/10/bngdf5>
- Weigend, A. S. (2017). *Data for the People: wie wir die Macht über unsere Daten zurückerobern* (A. S. dos Santos, Übers.). Murmann Publishers.
- Weld, D. S., & Bansal, G. (2019). The Challenge of Crafting Intelligible Intelligence. *Communications of the ACM*, 62(6), 70–79. <https://doi.org/10.1145/3282486>
- Werner, C., Schermelleh-Engel, K., Gerhard, C., & Gäde, J. C. (2016). Strukturgleichungsmodelle. In *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften* (S. 945–973). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-41089-5_17
- West, S. M. (2019). Data Capitalism: Redefining the Logics of Surveillance and Privacy. *Business & Society*, 58(1), 20–41. <https://doi.org/10/gfz43w>
- Wicker, S. B. (2012). The Loss of Location Privacy in the Cellular Age. *Communications of the ACM*, 55(8), 60–68. <https://doi.org/10/gmvbmc>
- Wicker, S. B. (2018). Smartphones, Contents of the Mind, and the Fifth Amendment. *Communications of the ACM*, 61(4), 28–31. <https://doi.org/10/gqv59c>
- Wigfield, A. (1994). Expectancy-Value Theory of Achievement Motivation: A Developmental Perspective. *Educational Psychology Review*, 6(1), 49–78. <https://doi.org/10.1007/BF02209024>
- Wigfield, A., & Cambria, J. (2010). Students’ Achievement Values, Goal Orientations, and Interest: Definitions, Development, and Relations to Achievement Outcomes. *Developmental Review*, 30(1), 1–35. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2009.12.001>
- Wigfield, A., & Eccles, J. S. (2000). Expectancy-Value Theory of Achievement Motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 68–81. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1015>
- Wigfield, A., & Eccles, J. S. (2023). The Relevance of Situated Expectancy-Value Theory to Understanding Motivation and Emotion in Different Contexts. In *Motivation and Emotion in Learning and Teaching across Educational Contexts* (1. Aufl., S. 3–18). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003303473-2>
- Wild, C. J., & Pfannkuch, M. (1999). Statistical Thinking in Empirical Enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), 223–248. <https://doi.org/10/fdhtmj>
- Willbergh, I. (2021). Bildung-Centered General Didactics. In *Oxford Research Encyclopedia of Education*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190264093.013.1554>
- Williams, R., Park, H. W., & Breazeal, C. (2019). A Is for Artificial Intelligence: The Impact of Artificial Intelligence Activities on Young Children’s Perceptions of Ro-

- bots. *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–11. <https://doi.org/10.1145/3290605.3300677>
- Wind, S. A., & Hua, C. (2022). *Rasch Measurement Theory Analysis in R* (1. Aufl.). Chapman and Hall/CRC. <https://doi.org/10.1201/9781003174660>
- Wolff, A., Gooch, D., Caverio Montaner, J. J., Rashid, U., & Kortuem, G. (2016). Creating an Understanding of Data Literacy for a Data-driven Society. *The Journal of Community Informatics*, 12(3). <https://doi.org/10/ghq7qh>
- Wolff, A., Wermelinger, M., & Petre, M. (2019). Exploring Design Principles for Data Literacy Activities to Support Children’s Inquiries from Complex Data. *International Journal of Human-Computer Studies*, 129, 41–54. <https://doi.org/10/ghnpbg>
- Wright, B., & Linacre, J. M. (1994). Reasonable Mean-Square Fit Values. *Rasch Measurement Transactions*, 8(3), 370.
- Yang, Q., Liu, Y., Chen, T., & Tong, Y. (2019). Federated Machine Learning: Concept and Applications. *ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology*, 10(2), 1–19. <https://doi.org/10.1145/3298981>
- Yang, W. (2022). Artificial Intelligence Education for Young Children: Why, What, and How in Curriculum Design and Implementation. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100061. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100061>
- Yigitbas, E., Jovanovikj, I., Biermeier, K., Sauer, S., & Engels, G. (2020). Integrated Model-Driven Development of Self-Adaptive User Interfaces. *Software and Systems Modeling*, 19(5), 1057–1081. <https://doi.org/10.1007/s10270-020-00777-7>
- Youyou, W., Kosinski, M., & Stillwell, D. (2015). Computer-Based Personality Judgments Are More Accurate than Those Made by Humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(4), 1036–1040. <https://doi.org/10.1073/pnas.1418680112>
- Zaffaroni, L. G. (2024). “Privacy Is Overrated”: Situating the Privacy-related Beliefs and Practices of Italian Parents with Young Children. *Surveillance & Society*, 22(4), 410–427. <https://doi.org/10.24908/ss.v22i4.16839>
- Zhang, J. H., Koivumäki, T., & Chalmers, D. (2024). Privacy vs Convenience: Understanding Intention-Behavior Divergence Post-GDPR. *Computers in Human Behavior*, 160, 108382. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2024.108382>
- Zhang, S., Yao, L., Sun, A., & Tay, Y. (2019). Deep Learning Based Recommender System: A Survey and New Perspectives. *ACM Computing Surveys*, 52(1), 1–38. <https://doi.org/10.1145/3285029>
- Zhao, Q., Willemsen, M. C., Adomavicius, G., Harper, F. M., & Konstan, J. A. (2019). From Preference into Decision Making: Modeling User Interactions in Recommender Systems. *Proceedings of the 13th ACM Conference on Recommender Systems*, 29–33. <https://doi.org/10/ggbpn9>
- Zimmer, M., Kumar, P., Vitak, J., Liao, Y., & Chamberlain Kritikos, K. (2020). ‘There’s Nothing Really They Can Do with This Information’: Unpacking How Users Manage Privacy Boundaries for Personal Fitness Information. *Information, Communication & Society*, 23(7), 1020–1037. <https://doi.org/10.1080/1369118X.2018.1543442>
- Zimmermann-Niefield, A., Turner, M., Murphy, B., Kane, S. K., & Shapiro, R. B. (2019). Youth Learning Machine Learning through Building Models of Athletic Moves. *Proceedings of the 18th ACM International Conference on Interaction Design and Children*, 121–132. <https://doi.org/10.1145/3311927.3323139>

- Zuboff, S. (2015). Big Other: Surveillance Capitalism and the Prospects of an Information Civilization. *Journal of Information Technology*, 30(1), 75–89. <https://doi.org/10/gddxpv>
- Zuboff, S. (2018). *Das Zeitalter des Überwachungskapitalismus* (B. Schmid, Übers.). Campus Verlag.
- Zuboff, S. (2019a). *The Age of Surveillance Capitalism: The Fight for a Human Future at the New Frontier of Power* (First edition). PublicAffairs.
- Zuboff, S. (2019b). Surveillance Capitalism - Überwachungskapitalismus. *Aus Politik und Zeitgeschichte*, 69(24-26), 4–9.
- Zufall, F., & Zingg, R. (2021). Data Portability in a Data-Driven World. In S.-y. Peng, C.-F. Lin & T. Streinz (Hrsg.), *Artificial Intelligence and International Economic Law* (1. Aufl., S. 215–234). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108954006.012>

Abkürzungsverzeichnis

AI Artificial Intelligence (siehe KI)

ddA datengetriebenes digitales Artefakt

DBR Design-Based Research

DM Designmerkmal

EVA Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe Prinzip oder Modell

HIS Hybrides Interaktionssystem

IPO Input-Processing-Output Model

KI Künstliche Intelligenz

***k*-NN** *k*-Nearest Neighbors

ML Maschinelles Lernen

SEM Strukturgleichungsmodelle (engl. Structural Equation Models)

XAI Explainable AI

Abbildungsverzeichnis

1.1	Typische Argumentation zur Rückbindung des Gelernten in den Alltag . . .	8
1.2	Überblick zur Struktur der vorliegenden Arbeit	11
2.1	Darstellung der Curricular Spider's Web mit dem Rationale als zentrales Element für Lehr-Lernsituationen (<i>Quellenhinweis:</i> Die Abbildung stammt aus Van den Akker (2013, S. 60) und steht unter einer CC-BY Lizenz.) . .	19
2.2	Interaktionskette als Interpretation des Interaktionsbegriffs in Orientierung an Abbildung 1 von Schulte und Budde (2018)	40
2.3	Interpretation der ausgewerteten Literatur zum Verständnis der Schüler:innen (oder Nutzenden) über die Erhebung von (persönlichen) Daten und deren Verarbeitung in digitalen Anwendungen (<i>Hinweis:</i> In kursiv geschriebene Referenzen stellen Studien dar, deren Teilnehmenden nicht ausschließlich im Schulalter waren.	60
2.4	Übersicht über die verschiedenen Konzepte rund um die empfundene Handlungsunfähigkeit und passiven Haltungen von Personen gegenüber der Rolle von Daten in (datengetriebenen) digitalen Anwendungen	77
2.5	In Anknüpfung an Abbildung 1.1 stellt sich die Frage, ob die Rückbindung des Gelernten über ddA und die Rolle von Daten in den Alltag tatsächlich (erfolgreich) funktioniert.	80
3.1	Vorgehensmodell für dieses Dissertationsvorhaben: Die Bereiche sind miteinander verzahnt und in einem hermeneutischen Sinne der kontinuierlichen Verfeinerung und Erweiterung zu verstehen. Zyklen als praktische Erprobungen sind in gestrichelter Linie und empirische Untersuchungen in durchgezogener Linie dargestellt.	101
4.1	Überblick über die drei Bereiche des Konzepts Datenbewusstsein, wie es im Kapitel 4 beschrieben wird	111
4.2	Grobe Darstellung der Funktionsweise eines algorithmischen Artefakts im Sinne des Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe Modells für Informationsverarbeitung; in Orientierung an Abbildung 1 von Höper und Schulte (2023) . .	113
4.3	Grobe Darstellung der Entwicklung eines ML-Systems mit der Unterteilung von Trainings- und Anwendungsphasen; in Orientierung an Abbildung 2 von Höper und Schulte (2023)	115

4.4	Übersicht zu verschiedenen Wirkungen und Einflussfaktoren von ddA mit besonderem Bezug zu den Interaktionsystemen zwischen Nutzenden und ddA	117
4.5	Interpretation der Datenerhebung aus der Perspektive der Interaktion mit einem ddA mit Fokus auf der Unterscheidung der beiden Arten der Datenerhebung (Weiterentwicklung der Darstellung der Interaktion als Interaktionsketten von (Schulte & Budde, 2018, Abbildung 1))	121
4.6	Interpretation der Datenmodelle aus der Perspektive der Interaktion mit einem ddA als Weiterentwicklung von Abbildung 4.5; hervorzuheben sind die verschiedenen Zustände des Datenmodells, die den Interaktionsverlauf prägen (können)	133
4.7	Interpretation der primären und sekundären Zwecke aus der Perspektive der Interaktion mit einem ddA als Weiterentwicklung von Abbildung 4.6	142
4.8	Charakterisierung der Rolle von Daten in der Interaktion zwischen Mensch und ddA	143
4.9	Überblick über die vier diskutierten theoretischen Elemente des Konzepts Datenbewusstsein bezogen auf die Zielsetzungen des Konzepts.	182
4.10	Überblick über die Eigenschaften von Erklärmodellen in Orientierung an die repräsentativen und funktionalen Perspektiven aus der Diskussion zum Modellbegriff; in Anlehnung an Abbildung 1 von Höper und Schulte (2024c)	191
4.11	Erklärmodell für Interaktionssysteme mit ddA aus der Sicht von Datenbewusstsein und mit einem Fokus auf der Rolle von Daten	194
4.12	Abstraktes Vorgehen für die wesentliche Phasierung der beiden Unterrichtsvorhaben (siehe Kapitel 5). Die Pfeile in dem ersten Teil der Abbildung (linke Seite) sollen Schritte der De- und Rekontextualisierung darstellen, mit denen die Schüler:innen die Konzepte des Erklärmodells erarbeiten, wobei die Reihenfolge der thematisierten Konzepte auch abweichen kann.	199
5.1	Überblick über die drei Teile des Unterrichtsvorhabens zum Kontext der Interaktion mit dem Mobilfunknetz	208
5.2	Puzzle zur Erarbeitung der Funktionsweise des Mobilfunknetzes und der Rolle von Daten darin	210
5.3	Jupyter Notebook als interaktive Webanwendung zur Exploration gegebener Standortdaten aus dem Mobilfunknetz	211
5.4	Beispiel zum Veranschaulichen des Vorgehens für das k -Nearest Neighbor Verfahren mit $k = 2$. Auf der linken Seite wird eine grafische Visualisierung für die Ähnlichkeit oder Nähe der Nutzenden anhand ihrer Bewertungen der Filme A und B gegeben. Auf der rechten Seite wird dasselbe Problem tabellarisch dargestellt, wo rechnerisch der Vorhersagewert für eine mögliche zukünftige Bewertung von User 7 für den Film C beschrieben wird.	215
5.5	Überblick über die vier Teile des Unterrichtsvorhabens zu den Empfehlungssystemen	216
5.6	Ausschnitt aus dem Jupyter Notebook, die eine Oberfläche zeigt, in der Schüler:innen selbst ausgewählte Filme bewerten und sich anschließend Filmempfehlungen geben lassen.	218
6.1	Zusammensetzung des Fragebogens durch zwei Teile in Orientierung an den Forschungsfragen, ergänzt durch eine Abfrage persönlicher Informationen	229

7.1	Begründungszusammenhang für die Entwicklung und Durchführung von Unterricht und Schritte der Evaluation dessen mit einem Fokus auf der Frage, was Schüler:innen aus ihrer Sicht gelernt haben als Teil der Bedeutsamkeit des Lernens über ddA (siehe Pfad in violett)	251
7.2	Aspekte zur von den Schüler:innen wahrgenommenen Bedeutsamkeit des Lernens über ddA im Sinne der Konzepte des Erklärmodells für Datenbewusstsein (<i>Hinweis:</i> Abbildung 7.3 erweitert diese Abbildung und fasst ergänzend die Ergebnisse zusammen.)	262
7.3	Vorläufiges Modell zur subjektiven Bedeutsamkeit als Zusammenfassung der Ergebnisse	269
8.1	Hypothesenmodell mit vier Komponenten und deren Zusammenhängen, das als Grundlage für den Fragebogen dieses Zyklus dient und in der Evaluation des Fragebogens überprüft wird	292
8.2	Überblick über die Struktur des Fragebogens mit vier Teilen orientiert am Hypothesenmodell und einem ergänzenden Teil zur Abfrage persönlicher Informationen	293
8.3	Überblick zum Studiendesign für die Evaluation des Fragebogens sowie die Studie dieses Zyklus. Die Evaluation des Fragebogens nutzt im Wesentlichen die Pretestdaten, gleichwohl für einen Schritt der Evaluation auch die Posttestdaten genutzt werden. Die Unterrichtsinterventionen spielen erst in der Untersuchung im nächsten Abschnitt eine Rolle.	300
8.4	Überblick über die vier wesentlichen Schritte der Datenanalyse für die Evaluation des Fragebogens für die Studie dieses Zyklus.	301
8.5	Personen-Item Map für die Items der adaptierten Skala zu Datenmodellen über Nutzende	306
8.6	Faktorenladungen zu den fünf Faktoren zur Motivation und Intention mit der adaptierten Skala nach der konfirmatorischen Faktorenanalyse.	307
8.7	Ergebnisse für die Analyse des Strukturgleichungsmodells in Orientierung an das Hypothesenmodell (siehe Abbildung 8.1). Signifikante Pfade sind * markiert ($\alpha < 0.01$).	308
8.8	Überblick zum Studiendesign der Untersuchung im dritten Zyklus – mit Fokus auf das Unterrichtsvorhaben zu Empfehlungsdiensten und einem Pre-Posttest-Ansatz	310
8.9	Boxplots für die Faktoren für die Motivation und Intention gruppiert nach Pre- und Posttest	315
8.10	Wechsel zwischen den Codezuweisungen der Schüler:innen zwischen Pretest (oben) und Posttest (unten)	318
8.11	Beobachtete Schritte auf einem Kontinuum zwischen passiver Nutzung und aktiver Gestaltung	322
9.1	Erklärmodell für Interaktionssysteme mit ddA (siehe auch Abbildung 4.11 im Abschnitt 4.4.2)	334
9.2	Mögliche Adaption des Erklärmodells für Datenbewusstsein	343

Tabellenverzeichnis

3.1	Gegenüberstellung zweier Arten von Zyklen in diesem Dissertationsvorhaben	105
4.1	Leitfragen für die Charakterisierung der Interaktionssysteme mit ddA im Rahmen der Entwicklung des Konzepts Datenbewusstsein	112
4.2	Zusammenfassender Überblick zu den verschiedenen Beschreibungen von Arten der Datenerhebung und deren Bezug zur expliziten und impliziten Datenerhebung	122
4.3	Überblick zur Charakterisierung der primären und sekundären Zwecken der Erhebung und Verarbeitung persönlicher Daten und Datenmodelle durch ddA	141
6.1	Überblick über die Items des ersten Teils des Fragebogens zum Verständnis der Konzepte, bezogen auf die Datenerhebung und -verarbeitung (DEV) .	230
6.2	Überblick über die Items des zweiten Teils des Fragebogens zum Reflektieren (R) mit den Formulierungen für Pre- und Posttest	231
6.3	Ergebnisse der Codierung der qualitativen Daten ($N = 123$)	234
6.4	Häufigkeiten der Kategorien für die Antworten zur Datenerhebung	235
6.5	Häufigkeiten der Kategorien für die Antworten zu den Zwecken der Datenverarbeitung	236
6.6	Statistiken für die Skalen des zweiten Teils des Fragebogens.	237
6.7	Überblick über die Skalenwerte nach Aufteilung der Schüler:innen in zwei Gruppen.	239
6.8	Reflektierender Überblick zum ersten Zyklus	245
7.1	Überblick über die Code Kategorien zur ersten Forschungsfrage und Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse dazu	259
7.2	Ergebnisse zu den Code Kategorien bezüglich der zweiten Forschungsfrage	263
7.3	Reflektierender Überblick zum zweiten Zyklus	274
8.1	Beispielitems des Fragebogens für die Datenerhebung und -verarbeitung (DEV), Datenmodelle (DM), intrinsischer Wert (IW), Wichtigkeit (WKT), Kosten (KST), Selbstwirksamkeit (SW), Implementation Intention (IT) und Handlungsfähigkeit (HFKT)	294
8.2	Überblick zu den Codes für die drei offenen Items und die Häufigkeiten der Zuordnungen der Schüler:innen zu den Codes im Pretest.	305

8.3	Überblick über die Skalenstatistiken für die Skalen zur Motivation und Intention (Mittelwert, Standardabweichung, Median, Cronbachs Alpha) . .	307
8.4	Übersicht über die an der Untersuchung teilgenommenen Klassen	311
8.5	Häufigkeiten der Zuordnungen der Schüler:innen zu den Codes zum Item über die Datenerhebung im Pre- und Posttests	313
8.6	Häufigkeiten der Zuordnungen der Schüler:innen zu den Codes zum Item über die Datenverarbeitung im Pre- und Posttest	314
8.7	Überblick über die Skalenstatistiken für die Skalen zur Motivation und Intention (Mittelwert, Standardabweichung, Median, Cronbachs Alpha) . .	315
8.8	Häufigkeiten der Codes in den Antworten der Schüler:innen sowie Häufigkeiten der Zuordnungen von Schüler:innen zu der höchsten Code Kategorie	317
8.9	Reflektierender Überblick zum dritten Zyklus	325
C.1	Items des Fragebogens für die Untersuchung im ersten Zyklus	399
C.1	Items des Fragebogens für die Untersuchung im ersten Zyklus [Fortsetzung der Tabelle]	400
C.2	Codierleitfaden für die offenen Items des Fragebogens zum Verständnis der Konzepte zur Datenerhebung und -verarbeitung	400
C.2	Codierleitfaden für die offenen Items des Fragebogens zum Verständnis der Konzepte zur Datenerhebung und -verarbeitung [Fortsetzung der Tabelle] .	401
D.1	Codierleitfaden zur Analyse zur ersten Forschungsfrage	405
D.2	Codierleitfaden zur Analyse zur zweiten Forschungsfrage	406
E.1	Items des Fragebogens für die Untersuchung im dritten Zyklus (Mit einem * markierte Items wurden für die finale Version entfernt)	407
E.1	Items des Fragebogens für die Untersuchung im dritten Zyklus (Mit einem * markierte Items wurden für die finale Version entfernt) [Fortsetzung der Tabelle]	408
E.1	Items des Fragebogens für die Untersuchung im dritten Zyklus (Mit einem * markierte Items wurden für die finale Version entfernt) [Fortsetzung der Tabelle]	409
E.1	Items des Fragebogens für die Untersuchung im dritten Zyklus (Mit einem * markierte Items wurden für die finale Version entfernt) [Fortsetzung der Tabelle]	410
E.1	Items des Fragebogens für die Untersuchung im dritten Zyklus (Mit einem * markierte Items wurden für die finale Version entfernt) [Fortsetzung der Tabelle]	411
E.2	Codierleitfäden für die offenen Items im Fragebogen	411
E.2	Codierleitfäden für die offenen Items im Fragebogen [Fortsetzung der Tabelle]	412
E.2	Codierleitfäden für die offenen Items im Fragebogen [Fortsetzung der Tabelle]	413

Glossar zu zentralen Begriffen

In diesem Glossar werden Begrifflichkeiten erläutert, die im Rahmen dieses Dissertationsvorhabens entstanden sind (z.B. Datenbewusstsein und Erklärmodell). Ergänzt werden außerdem wenige Begriffe, die nicht weit verbreitet sind, aber für diese Arbeit von zentraler Bedeutung sind.

Auseinandersetzen mit ddA (Verstehen und Reflektieren)

Durch die aktive Auseinandersetzung mit Interaktionssystemen mit ddA, etwa im Hinblick auf die eigene Rolle und die Rolle von Daten, sollen Schüler:innen diese Interaktionssysteme verstehen und reflektieren können. Dies wird als Voraussetzung zur Entwicklung einer Handlungsfähigkeit verstanden. Siehe für weitere Erklärungen dazu Abschnitt 4.3.4.

Datenbewusstsein

Datenbewusstsein ist als Zugang zur datengetriebenen Welt zu verstehen und beschreibt, die eigene Rolle in Interaktionssystemen mit ddA sowie die Rolle von Daten in diesen Interaktionssystemen wahrnehmen, verstehen und reflektieren zu können. Damit soll Datenbewusstsein zu einer selbstbestimmten, mündigen und verantwortungsvollen Handlungsfähigkeit in einer datengetriebenen Welt beitragen.

Datengetriebene Methoden

In dieser Arbeit wird eine Bandbreite verschiedener Methoden im Rahmen der Verarbeitung persönlicher Daten betrachtet. Dies umfasst beispielsweise Methoden aus den Bereichen der Data Science, Data Mining, KI beziehungsweise insbesondere ML. Die Methoden haben aus der Sicht von Datenbewusstsein gemeinsam, dass sie datengetrieben oder auch datenorientiert sind. Daher werden diese verschiedenen Methoden als datengetriebene Methoden zusammengefasst, ohne eine Trennung verschiedener Methoden vorzunehmen (z.B. statistische Auswertungen von Daten, ML-Modelle trainieren).

datengetriebenes digitales Artefakt (ddA)

Aus Sicht der Interaktion zwischen Mensch und ddA, kann ein datengetriebenes digitales Artefakt (ddA) wie folgt verstanden werden. Es ist ein digitales Artefakt, dessen Rückmeldungen beziehungsweise Verhalten von der Anwendung datengetriebener Methoden sowie durch vorhandene Daten maßgeblich geprägt wird. Dabei spielen insbesondere Datenmodelle eine Rolle, die mit Daten aus der vorherigen Interaktion mit dem ddA entwickelt wurden. Für eine ausführlichere Erklärung von ddA und einen Vergleich zu klassischen, algorithmischen digitalen Artefakten siehe Abschnitt 4.2.1.

Datenmodelle über Nutzende (digitaler Doppelgänger)

Mit Datenmodellen werden in dieser Arbeit modellhafte Repräsentationen von Individuen beschrieben, die basierend auf der expliziten und impliziten Datenerhebung entwickelt werden. Sie gehen daher über die reine Repräsentation hinaus und können stattdessen auch abgeleitete und vorhergesagte Daten enthalten. Darüber hinaus haben Datenmodelle in ddA häufig eine prägende Rolle für die Interaktion zwischen Mensch und ddA (z.B. im Hinblick auf die Rückmeldungen des ddA), was vom aktuellen Zustand des Datenmodells abhängt. Siehe für weitere Erklärungen dazu Abschnitt 4.4.2.

Erklärmodell

Ein Erklärmodell ist ein konzeptionelles Modell für einen informatischen Betrachtungsgegenstand, insbesondere für bestimmte Arten von digitalen Artefakten oder auch sozio-technische Systeme. Auf der einen Seite stellt ein Erklärmodell Aspekte dieses Betrachtungsgegenstands dar, wobei bestimmte Aspekte hervorgehoben und andere bewusst ausgeblendet werden. Auf der anderen Seite folgt ein Erklärmodell immer bestimmten Zwecken und Intentionen, wie etwa didaktischen Zielsetzungen, aus denen unter anderem die Auswahl der betrachteten Aspekte abgeleitet wird. Beispiele für solche Intentionen und Zwecke sind etwa das Explorieren, Analysieren und Bewerten von digitalen Artefakten oder auch das Entwickeln von digitalen Artefakten. Siehe für weitere Erklärungen dazu Abschnitt 4.4.1.

Explizite und implizite Datenerhebung

Die explizite Datenerhebung bezieht sich auf die Bereitstellung und Erzeugung von persönlichen Daten im Sinne des Handlungsziels des Nutzenden. Im Gegensatz dazu findet die implizite Datenerhebung parallel zum eigentlichen Handlungsziel des Nutzenden statt und beschreibt ein Tracking sowie das Generieren neuer Daten, etwa durch einfache Datenoperationen zum Ableiten von Daten aus bekannten Daten sowie mit statistischen Verfahren (inkl. ML) zum Vorhersagen von Daten. Siehe für weitere Erklärungen dazu Abschnitt 4.4.2.

Fokuswechsel der Aufmerksamkeit

Anknüpfend an einen Halt-Stopp-Moment kann das Individuum in Orientierung an der Wahl von Deutungs- und Orientierungsrahmen die eigene Aufmerksamkeit verschieben, etwa bezogen auf die eigene Rolle und die Rolle von Daten in einem

Interaktionssystem mit einem ddA. Siehe für weitere Erklärungen dazu Abschnitt 4.3.3.

Halt-Stopp-Moment

Als Auslöser für einen Fokuswechsel beschreibt der Halt-Stopp-Moment ein Absehen von den eigentlichen Handlungszielen und Unterbrechen der Interaktion mit einem ddA, um schließlich den Fokus im Hinblick auf die Auseinandersetzung mit ddA zu verschieben. Siehe für weitere Erklärungen dazu Abschnitt 4.3.2.

Handlungsfähigkeit

Das anvisierte Ziel von Datenbewusstsein ist ein Beitrag zu einer Handlungsfähigkeit. Anknüpfend an verschiedene Perspektiven wie etwa zum Bildungsverständnis, zu Agency und Empowerment und zu Rollen in Interaktionen zwischen Mensch und ddA wird in dieser Arbeit Handlungsfähigkeit als eine selbstbestimmte, mündige und verantwortungsvolle Handlungsfähigkeit verstanden, die insbesondere auf Verstehen und Reflektieren der Interaktionssysteme mit ddA basiert. Siehe für weitere Erklärungen dazu Abschnitt 4.3.5.

Hybride Interaktionssysteme

Ein Hybrides Interaktionssystem beschreibt das System bestehend aus Mensch, digitalem Artefakt und der Interaktion zwischen diesen beiden Akteuren (vgl. Schulte et al., 2018). Hybride Interaktionssysteme können auf verschiedenen Ebenen betrachtet werden, etwa auf Ebene der individuellen Interaktion oder auf einer gesellschaftlichen Ebene (vgl. Schulte et al., 2018). Hinter dem Begriff verbirgt sich ein theoretischer Rahmen für die Fachdidaktik Informatik. Dieser stammt von Carsten Schulte und Kolleg:innen (siehe z.B.: Schulte, 2022; Schulte & Budde, 2018; Schulte et al., 2018). Dieser theoretische Rahmen wird in Abschnitt 2.3 ausführlicher diskutiert.

Interaktion und Wechselwirkung

Aufbauend auf dem HIS-Rahmen (siehe Abschnitt 2.3) lässt sich die Interaktion zwischen Mensch und digitalem Artefakt in zwei Bedeutungen interpretieren: Erstens kann die Interaktion im Sinne der menschlichen Handlungen (z.B. Nutzung) verstanden werden und zweitens können diesbezüglich die wechselseitigen Beeinflussungen oder auch Wechselwirkungen betrachtet werden. In dieser Arbeit werden diese beiden Bedeutungsinterpretationen mit Interpretation (i.S. menschlicher Handlungen) und Wechselwirkung bezeichnet. Siehe auch Abschnitt 4.2.3 für die Interpretation der Interaktion und Wechselwirkung in Bezug auf die Interaktionssysteme mit ddA.

Interaktionssysteme mit ddA

Als eine spezielle Art digitaler Artefakte werden in dieser Arbeit datengetriebene digitale Artefakte (ddA) betrachtet. So ergibt sich aus der Betrachtung von Hybriden Interaktionssystemen, bestehend aus Mensch und ddA, ebenfalls eine spezielle Art von Interaktionssystemen. Diese werden in dieser Arbeit als Interaktionssysteme mit ddA bezeichnet und näher betrachtet. Eine Charakterisierung dieser spezifischen Art von Hybriden Interaktionssystemen findet im Abschnitt 4.2 statt.

Primäre und sekundäre Datenverarbeitungszwecke

Die Verarbeitung persönlicher Daten und Verwendung der Datenmodelle in Interaktionssystemen unterliegen verschiedenen Zwecken und Intentionen. Während sich die primären Zwecke auf die Nutzung und Funktionalitäten des ddA beziehen (z.B. Generieren der Rückmeldung des ddA), befassen sich sekundäre Zwecke mit darüber hinausgehenden Zwecken, wie die Weiterentwicklung des ddA, andere kommerzielle Interessen oder die Verwendung der Daten in anderen Kontexten. Siehe für weitere Erklärungen dazu Abschnitt 4.4.2.

Rolle von Daten

Mit der Rolle von Daten wird in dieser Arbeit auf Aspekte der Erhebung und Verarbeitung von Daten eingegangen. Dies betrifft alle Konzepte des Erklärmodells für Datenbewusstsein sowie darüber hinaus die Betrachtung von Auswirkungen im Hinblick auf diese Aspekte (siehe dafür etwa die Diskussion zur Wechselwirkung). Mit der Rolle von Daten hängt der Begriff der Datenpraktiken zusammen. Diese werden in dieser Arbeit nicht trennscharf verwendet, wobei Datenpraktiken eher die Prozesse der Erhebung und Verarbeitung von Daten hervorheben soll.

Anhang

Hinweise zum Digitalen Anhang

A

In dem Anhang dieser Arbeit sind unter anderem die Materialien der Unterrichtsvorhaben verlinkt sowie für alle drei Zyklen die Instrumente und Codierleitfäden. Zusätzlich dazu stellt dieses Vorhaben auf berechnete Anfrage die weiteren Materialien der empirischen Untersuchungen im Rahmen eines digitalen Anhangs bereit. Diese beinhalten in erster Linie die jeweiligen Daten sowie für die Auswertungen die Jupyter Notebooks, R-Skripte, MAXQDA-Codierungen sowie selbst erstellte Hilfsbibliotheken für die Datenaufbereitung und Datenauswertung. Der digitale Anhang kann über den folgenden Weblink aufgerufen werden. Dieser ist allerdings zugangsbeschränkt und erfordert Zugangsdaten. Diese Zugangsdaten für den digitalen Anhang können beim Autor dieser Arbeit erfragt werden.

<https://uni-paderborn.sciebo.de/s/dQgTsnNZtNeK2HT>

Hinweise zu den Unterrichtsvorhaben

B

Im Rahmen dieses Dissertationsvorhabens wurden zwei Unterrichtsvorhaben entwickelt. Diese werden in Kapitel 5 dieser Arbeit überblicksartig beschrieben. Eine ausführliche Darstellung der Unterrichtsvorhaben einschließlich der zugehörigen Materialien in ihrer finalen Fassung zum Ende des Forschungsvorhabens ist auf folgender Webseite abrufbar:

<https://lhoeper.github.io/Datenbewusstsein-Unterrichtsvorhaben/>

Zusätzlich sei angemerkt, dass die Unterrichtsvorhaben im Rahmen des *Projekts Data Science und Big Data in der Schule* (ProDaBi) an der Universität Paderborn (www.prodabi.de) entstanden sind. Sie sind daher ebenfalls auf der Webseite des Projekts dokumentiert. Die entsprechenden Dokumentationen und Materialien sind auf folgender Webseite abrufbar:

<https://www.prodabi.de/unterricht/materialien/>

Darüber hinaus wurden im Rahmen des *Projekts Fachdidaktik Informatik in Bausteinen für die Lehre* (FAIBLE) Lehrmaterialien zum Konzept Datenbewusstsein entwickelt. Diese enthalten ebenfalls Erläuterungen zu den Unterrichtsvorhaben und deren zentralen Ideen, aufbereitet für den Lehrkontext des Lehramts Informatik. Die Materialien sind auf folgender Webseite abrufbar:

<https://faible.nrw/bausteine/baustein-7-datenbewusstsein/>

Anhang zum ersten Zyklus

C.1 Fragebogen

Tabelle C.1: Items des Fragebogens für die Untersuchung im ersten Zyklus

Itemcode	Item	Antwortformat
Persönliche Informationen		
ID	Du bekommst eine Nummer. Trage sie hier ein:	Freitext
P1	Welches Geschlecht hast du?	Single-Choice (männlich, weiblich, divers)
Verständnis der Konzepte		
Nutzung	Nutzt du eine Messenger-App? Zum Beispiel: WhatsApp, Telegram, Threema oder Signal.	Single-Choice (Ja, Nein)
DEV1	Beim Senden einer Nachricht mit einer Messenger-App entstehen Daten. Manche Daten gibst du ein, zum Beispiel den Text einer Nachricht. Manche Daten entstehen heimlich, zum Beispiel die Uhrzeit, wann du eine Nachricht absendest. Notiere deine Ideen: Welche Daten entstehen noch?	Freitext
DEV2	Notiere deine Ideen: Wozu könnten die Daten genutzt werden?	Freitext

(Fortsetzung der Tabelle auf der nächsten Seite.)

Tabelle C.1: Items des Fragebogens für die Untersuchung im ersten Zyklus [Fortsetzung der Tabelle]

Itemcode	Item	Antwortformat
Reflektieren der Interaktionssysteme mit ddA		
R1	<i>Pretest:</i> Ich denke oft darüber nach, wo Daten von mir gesammelt werden. <i>Posttest:</i> Ich möchte zukünftig häufiger darüber nachdenken, wo Daten von mir gesammelt werden.	Vierstufige Likert-Skala (zusätzliche Option: „weiß ich nicht“)
R2	<i>Pretest:</i> Ich denke oft darüber nach, wozu über mich gesammelte Daten verarbeitet werden. <i>Posttest:</i> Ich möchte zukünftig häufiger darüber nachdenken, wie über mich gesammelte Daten verarbeitet werden.	Vierstufige Likert-Skala (zusätzliche Option: „weiß ich nicht“)
R3	<i>Pretest:</i> Ich denke oft darüber nach, wozu über mich gesammelte Daten verarbeitet werden. <i>Posttest:</i> Ich möchte zukünftig häufiger darüber nachdenken, wozu über mich gesammelte Daten verarbeitet werden.	Vierstufige Likert-Skala (zusätzliche Option: „weiß ich nicht“)
R4	<i>Pretest:</i> Ich versuche drauf zu achten, dass Apps nur wenige Daten von mir sammeln. <i>Posttest:</i> Ich möchte zukünftig häufiger darauf achten, dass Apps nur wenige Daten von mir sammeln.	Vierstufige Likert-Skala (zusätzliche Option: „weiß ich nicht“)

C.2 Codierleitfäden für die qualitativen Daten

Tabelle C.2: Codierleitfaden für die offenen Items des Fragebogens zum Verständnis der Konzepte zur Datenerhebung und -verarbeitung

Code	Definition	Ankerbeispiele
Explizite Datenerhebung	Die Antwort enthält Beispiele für explizit erhobene Daten in dem gegebenen Beispielkontext (siehe für eine Erklärung zum Konzept der expliziten Datenerhebung etwa das Glossar dieser Arbeit).	gesendete Nachrichten, Bilder, Standorte, ...

(Fortsetzung der Tabelle auf der nächsten Seite.)

Tabelle C.2: Codierleitfaden für die offenen Items des Fragebogens zum Verständnis der Konzepte zur Datenerhebung und -verarbeitung [Fortsetzung der Tabelle]

Code	Definition	Ankerbeispiele
Implizite Datenerhebung	Die Antwort enthält Beispiele für implizit erhobene Daten in dem gegebenen Beispielkontext (siehe für eine Erklärung zum Konzept der impliziten Datenerhebung etwa das Glossar dieser Arbeit).	Datum und Uhrzeit der Nachricht
Primäre Zwecke der Datenverarbeitung	Die Antwort enthält Beispiele für primäre Zwecke für den gegebenen Beispielkontext (siehe für eine Erklärung zum Konzept primären Zwecke etwa das Glossar dieser Arbeit).	mit Textnachrichten kommunizieren
Sekundäre Zwecke der Datenverarbeitung	Die Antwort enthält Beispiele für sekundäre Zwecke für den gegebenen Beispielkontext (siehe für eine Erklärung zum Konzept der sekundären Zwecke etwa das Glossar dieser Arbeit).	Profiling, personalisierte Werbung
Unklar	Die Antwort ist nicht eindeutig einem anderen Code zuzuordnen.	(z.B. „Standortdaten“ als Antwort, wie in Abschnitt 6.3.5 diskutiert)

Hinweis: Bei der Codierung mit diesen Codes wird keine inhaltliche Bewertung der Antworten der Schüler:innen dahingehend vorgenommen, ob die genannten Beispiele für erhobene Daten oder Zwecke in dem betrachteten Beispielkontext auch tatsächlich richtig sind. Das soll nicht heißen, dass Antworten ohne Bezug zu dem Beispielkontext auch akzeptiert beziehungsweise codiert werden sollten.

Anhang zum zweiten Zyklus

D

D.1 Interviewleitfaden

Begrüßung Danke, dass ich mit dir ein kleines Interview machen darf. Wir würden das Interview gerne aufnehmen. Dafür war das Formular zur Einwilligung, was ihr unterschrieben habt. Wenn du und deine Eltern euch doch noch dagegen entscheidet, löschen wir die Aufzeichnung wieder. Bist du damit einverstanden?

Teil 1: Spannende oder wichtige Teile des Unterrichts

1. Ihr seid jetzt gerade mit einer Unterrichtsreihe fertig geworden. Worum ging es in der Unterrichtsreihe?
2. Was war für dich in der Unterrichtsreihe am spannendsten?

Teil 2: Beschreibung von Empfehlungsdiensten In der Unterrichtsreihe habt ihr euch angeschaut, wie ein Empfehlungsdienst funktioniert.

1. Was kannst du mir über Empfehlungsdienste erzählen?
 - (a) Wozu wird ein Empfehlungsdienst verwendet? (Nachfrage, falls nicht genannt)
 - (b) Wie funktioniert ein Empfehlungsdienst? (Nachfrage, falls nicht genannt)
2. Findest du das ist ein wichtiges Thema?
 - (a) Was davon sollten deiner Meinung nach alle in der Schule lernen? (geplante Nachfrage)
3. Woher kennst du Empfehlungsdienste in deinem Alltag?
 - (a) In welchen Situationen findest du sie denn ok und in welchen sollten sie lieber nicht eingesetzt werden? (Nachfrage, falls nicht genannt)

Teil 3: Anwendung auf andere Beispiele für ddA

1. Wie hast du die Begriffe explizit und implizit erhobene Daten verstanden?
2. Stell dir folgende Situation vor: Du fragst dich etwas und möchtest das im Internet recherchieren. Dazu nutzt du die Google Suche, z.B. auf deinem Handy oder am Computer. Dort gibst du dann einen Suchbegriff ein und klickst auf Suchen. Anschließend bekommst du dann eine Seite mit Suchergebnissen angezeigt. [Dazu wird ein Bild der Oberfläche von Google als Beispiel einer Suchmaschine gezeigt.]
 - (a) Beschreibe einmal diesen Vorgang in eigenen Worten, nutze dabei auch gerne die Begriffe explizit und implizit erhobene Daten.
 - i. Welche Daten werden in dieser Situation explizit erhoben? (Nachfrage, falls nicht genannt)
 - ii. Welche Daten werden in dieser Situation implizit erhoben? (Nachfrage, falls nicht genannt)
 - (b) Oft werden Daten nicht nur erhoben, sondern auch weiterverarbeitet und verwendet. Wofür werden die Daten, die du gerade genannt hast, wohl verwendet?
 - i. Wie könnte man mit diesen Daten herausbekommen, was dir auf dieser Seite mit den Suchergebnissen angezeigt werden sollte?
 - ii. Hat das etwas mit Empfehlungsdiensten zu tun?
 - iii. Wofür könnte Google diese Daten eventuell sonst noch verwenden?
 - (c) Sagen dir die Begriffe primäre und sekundäre Zwecke etwas? Was davon wären primäre und was sekundäre Zwecke?
- 3.

Teil 4: Allgemeine Fragen

1. Möchtest du noch irgendwas zu der Unterrichtsreihe oder zu dem Interview sagen?

Abschluss Damit wären wir von meiner Seite aus fertig. Ich danke dir für das Interview.

D.2 Codierleitfäden

Tabelle D.1: Codierleitfaden zur Analyse zur ersten Forschungsfrage

Code	Definition	Ankerbeispiele
Explizite Datenerhebung	Die explizite Datenerhebung wird erklärt oder Beispiele dafür werden genannt (siehe für eine Erklärung zum Konzept der expliziten Datenerhebung etwa das Glossar dieser Arbeit).	„was man selber eingibt, also der Suchbegriff“ (S1, Pos. 28); „gibt man Sachen selber an, wie zum Beispiel das Alter oder Geschlecht“ (S2, Pos. 6)
Implizite Datenerhebung	Die implizite Datenerhebung wird erklärt oder Beispiele dafür werden genannt (siehe für eine Erklärung zum Konzept der impliziten Datenerhebung etwa das Glossar dieser Arbeit).	„was dir gefällt“ (S2, Pos.6); „werden im Hintergrund erhoben“ (S4, Pos. 2; ähnlich bei S5)
Primäre Zwecke der Datenverarbeitung	Die primären Zwecke der Datenverarbeitung werden erklärt oder Beispiele dafür werden genannt (siehe für eine Erklärung zum Konzept primären Zwecke etwa das Glossar dieser Arbeit).	„einen ähnlichen Suchbegriff vorschlagen“ (S1, Pos. 35)
Sekundäre Zwecke der Datenverarbeitung	Die sekundären Zwecke der Datenverarbeitung werden erklärt oder Beispiele dafür werden genannt (siehe für eine Erklärung zum Konzept der sekundären Zwecke etwa das Glossar dieser Arbeit).	„wenn du Werbung kriegst oder so, dass nur die Sachen, die einen interessieren, und nicht die, die eigentlich auch wichtig sind“ (S6, Pos. 22)
Datenmodelle über Nutzende	Es wird die Konstruktion oder Verwendung von Datenmodellen über Nutzende (auch andere Begriffe möglich) erklärt oder mit Beispielen beschrieben (siehe für eine Erklärung zum Konzept der Datenmodelle über Nutzende etwa das Glossar dieser Arbeit).	„Wenn man mal überlegt, wie viele Daten von einem selber dann doch irgendwo gespeichert sind“ (S1, Pos. 22)

Hinweis: Die Definitionen der Konzepte des Erklärmodells, die diesen Codes zugrunde liegen wurden hier in dem Codierleitfaden aus Gründen der Übersicht nicht integriert. Für diese sei auf etwa auf die Erklärung des Erklärmodells in Abschnitt 4.4.2 oder auch das Glossar dieser Arbeit verwiesen.

Tabelle D.2: Codierleitfaden zur Analyse zur zweiten Forschungsfrage

Code	Definition	Ankerbeispiele
Bezug zum Alltag der Schüler:innen	Es wird ein Bezug zum eigenen Alltag oder Alltagserfahrungen hergestellt	„das kann man ja auch auf sich so beziehen“ (S6, Pos. 6); „das sind ja so alltägliche Dinge“ (S1, Pos. 10)
Öffnen der Black Box von ddA	Es wird eine Bedeutsamkeit im Lernen über ddA bezogen auf die Fachlichkeit beschrieben. Dies umfasst, dass das Verstehen der Funktionsweise von ddA und deren Datenpraktiken als interessant, überraschend, wichtig oder nützlich beschrieben wird.	„weil es merkt man, dass jetzt ganz viele sich darüber gewundert haben, was alles für Daten erhoben werden [...] wofür die genutzt werden“ (S5, Pos. 37); „dass man einfach mehr begreift [...] was da überhaupt passiert und warum das passiert“ (S1, Pos. 10)
Verstehen der eigenen Rolle in Interaktionen mit ddA	Mit Bezug zur eigenen Rolle in Interaktionen mit ddA (z.B. auch das eigene Verhalten) wird beschrieben, dass das Gelernte hilfreich ist. Dies umfasst einen Beitrag des Gelernten für das Verstehen und Bewerten der eigenen Handlungen, das Bilden eigener Meinungen über ddA, Identifizieren von Handlungsmöglichkeiten und Treffen von Handlungsentscheidungen.	„Dass man dann auch mehr darüber weiß, was man eigentlich überhaupt macht“ (S1, Pos. 16); „weil es ist eigentlich schon praktisch zu wissen [...] besser umgehen mit, dann hilft das manchen Leuten auch weniger am Rechner zu sitzen oder sowas“ (S5, Pos. 37)
Transformation der Perspektiven auf Interaktionssysteme mit ddA	Es wird berichtet, dass das Unterrichtsvorhaben zu neuen Perspektiven auf die datengetriebene Welt eröffnet hat, Dies umfasst neue Perspektiven auf ddA und Interaktionen mit ddA	„Ich achte schon bisschen mehr tatsächlich darauf, als vor der Unterrichtsreihe“ (S3, Pos. 10); „Man denkt da jetzt vielleicht mehr drüber nach als vorher“ (S1, Pos. 12)

Anhang zum dritten Zyklus

E.1 Fragebogen

Tabelle E.1: Items des Fragebogens für die Untersuchung im dritten Zyklus (Mit einem * markierte Items wurden für die finale Version entfernt)

Item- code	Item	Antwort- format
Persönliche Informationen		
PI1	Du bekommst von deiner Lehrkraft eine Zahl. Trage sie hier ein.	Zahleneingabe
PI2	Wähle dein Geschlecht aus.	Single-Choice (männlich, weiblich, divers)
PI3	Trage den Namen deiner Schule ein.	Freitext
PI4	Wähle deine Jahrgangsstufe aus.	Single-Choice (6, 7, 8, 9, 10)

(Fortsetzung der Tabelle auf der nächsten Seite.)

Tabelle E.1: Items des Fragebogens für die Untersuchung im dritten Zyklus (Mit einem * markierte Items wurden für die finale Version entfernt) [Fortsetzung der Tabelle]

Item-code	Item	Antwort-format
Kontextbeschreibung für die nachfolgenden Items		
-	<i>Stelle dir folgende Situation vor:</i> Von einem neuen Sozialen Netzwerk mit dem Namen SocialNet ist eine App herausgekommen. In deinem Freundeskreis hast du von SocialNet schon gehört. Du kannst du dich dort registrieren und ein Profil erstellen. In der App kannst du dann folgendes machen: Du kannst eigene Beiträge erstellen (z.B. Bilder oder Texte posten). Du kannst anderen Personen folgen und denen Nachrichten schicken. Auf deiner Startseite bekommst du Beiträge von anderen Personen angezeigt. Diese kannst du liken und kommentieren. SocialNet ist ein Soziales Netzwerk. Ähnliche Beispiele sind Instagram, Snapchat und TikTok. <i>Zu dieser Situation bekommst du nun Fragen. Beantworte diese bitte ehrlich und spontan. Es gibt keine falschen Antworten.</i>	-
Verständnis des Erklärmodells (Datenerhebung und Datenverarbeitungszwecke)		
DEV1	SocialNet würde Daten über dich erheben und verwenden. Notiere, welche Daten SocialNet vermutlich über dich erhebt.	Freitext
DEV2	Notiere, wozu SocialNet die Daten über dich vermutlich verwendet.	Freitext
Verständnis des Erklärmodells (Datenmodelle)		
	SocialNet erstellt von Nutzenden digitale Doppelgänger. Bewerte die folgenden Aussagen über digitale Doppelgänger mit richtig oder falsch. Wenn du mit einer Aussage nichts anfangen kannst, wähle weiß ich nicht.	-
DM1*	Ich habe keine Idee, was ein digitaler Doppelgänger ist.	Single-Choice (richtig, falsch, weiß ich nicht)
DM2*	Der Anbieter von SocialNet erstellt vermutlich gemeinsam mit Unternehmen anderer Apps digitale Doppelgänger.	
DM3	Ein digitaler Doppelgänger kann sensible Daten enthalten, auch wenn SocialNet diese Daten von mir gar nicht bekommen hat.	
DM4	Solange ich SocialNet nutze, wird mein digitaler Doppelgänger immer konkreter.	
DM5	Ein digitaler Doppelgänger beschreibt eine Person vollständig.	
DM6*	In einem Sozialen Netzwerk wie SocialNet werden mir alle neusten Beiträge von Personen angezeigt, denen ich folge. (Fortsetzung der Tabelle auf der nächsten Seite.)	

Tabelle E.1: Items des Fragebogens für die Untersuchung im dritten Zyklus (Mit einem * markierte Items wurden für die finale Version entfernt) [Fortsetzung der Tabelle]

Item- code	Item	Antwort- format
DM7	Der Anbieter von SocialNet kann mit meinem digitalen Doppelgänger vorhersagen, was ich vermutlich in der Zukunft auf SocialNet machen werde.	
DM8	Der Anbieter von SocialNet kann digitale Doppelgänger auch außerhalb von SocialNet nutzen.	
DM9	Ein digitaler Doppelgänger enthält nur korrekte Informationen über den Nutzenden.	
DM10*	Bei einem Sozialen Netzwerk wie SocialNet besteht mein digitaler Doppelgänger aus meiner Profilseite und meinen Beiträgen.	
DM11	Mein digitaler Doppelgänger beeinflusst das, was SocialNet anderen Nutzenden anzeigt.	
DM12	Der Anbieter von SocialNet hat nur dann einen digitalen Doppelgänger von mir, wenn ich SocialNet nutze und dort ein Profil habe.	
DM13	Soziale Netzwerke können das Verhalten von Nutzenden beeinflussen.	
DM14*	Soziale Netzwerke können die Meinung von Nutzenden beeinflussen.	
DM15*	Soziale Netzwerke zeigen mir nur ähnliche Inhalte zu denen, die ich vorher angeschaut habe.	
DM16*	Wenn ich bei einem Sozialen Netzwerk eigene Beiträge erstelle, werden diese allen Freunden von mir angezeigt.	
DM17	Wenn ein Soziales Netzwerk Daten über mich erhebt, ist das meine Sache und hat mit anderen nichts zu tun.	
DM18	Die Art und Weise wie ich ein Soziales Netzwerk nutze, kann Auswirkungen auf andere Personen haben.	
Intrinsischer Wert		
	Entscheide bei den folgenden Aussagen, wie sehr du diesen zustimmst. Wenn ich mich bei einer App mit der Erhebung und Verwendung von Daten beschäftige ...	
IW1	... gefällt mir das sehr gut.	Siebenstufige Likert-Skala
IW2	... macht mir das Spaß.	
IW3*	... finde ich das langweilig.	
IW4	... würde ich das als sehr interessant bezeichnen.	
IW5	... empfinde ich das als recht angenehm.	
IW6*	... denke ich darüber nach, wie mir das gefällt.	

(Fortsetzung der Tabelle auf der nächsten Seite.)

Tabelle E.1: Items des Fragebogens für die Untersuchung im dritten Zyklus (Mit einem * markierte Items wurden für die finale Version entfernt) [Fortsetzung der Tabelle]

Item-code	Item	Antwort-format
Wichtigkeit		
	Entscheide bei den folgenden Aussagen, wie sehr du diesen zustimmst. Wenn ich mich bei einer App mit der Erhebung und Verwendung von Daten beschäftige ...	-
WKT1	... strenge ich mich dabei an.	Siebenstufige
WKT2	... bemühe ich mich sehr, das zu verstehen.	Likert-Skala
WKT3	... bemühe ich mich dabei sehr.	
WKT4	... ist es mir wichtig, etwas darüber herauszufinden.	
WKT5*	... stecke ich da viel Energie rein.	
Kosten		
	Entscheide bei den folgenden Aussagen, wie sehr du diesen zustimmst. Mich bei einer App mit der Erhebung und Verwendung von Daten zu beschäftigen ...	-
KST1	... verlangt zu viel meiner Zeit.	Siebenstufige
KST2	... kostet mir zu viel Energie.	Likert-Skala
KST3	... dauert mir zu lange.	
KST4	... ist mir zu viel Arbeit.	
KST5	... ist mir zu viel Aufwand.	
Selbstwirksamkeit		
	Entscheide bei den folgenden Aussagen, wie sehr du diesen zustimmst. Wenn ich mich bei einer App mit der Erhebung und Verwendung von Daten beschäftige, wäre ich mir sicher herauszufinden ...	-
SW1	... welche Daten ich bei der App selbst erstelle.	Siebenstufige
SW2	... welche Daten die App während ich sie nutze nebenher über mich erhebt.	Likert-Skala
SW3	... welche Daten für die Nutzung der Funktionen der App nötig sind.	
SW4	... für welche Zwecke die App Daten über mich sonst noch verwendet.	
SW5	... welche Möglichkeiten ich habe, die Erhebung und Verwendung von Daten über mich zu beeinflussen.	
SW6	... wie mich die App beeinflussen könnte, wie zum Beispiel durch die Auswahl der angezeigten Beiträge.	
Implementation Intention		
(Fortsetzung der Tabelle auf der nächsten Seite.)		

Tabelle E.1: Items des Fragebogens für die Untersuchung im dritten Zyklus (Mit einem * markierte Items wurden für die finale Version entfernt) [Fortsetzung der Tabelle]

Item-code	Item	Antwort-format
IT1	Wenn demnächst eine neue App erscheint, werde ich vor dem Herunterladen darüber nachdenken, welche Daten diese App über mich erheben und verwenden würde.	Siebenstufige Likert-Skala
IT2	Wenn ich das nächste Mal eine App auf meinem Handy nutze, werde ich mich damit beschäftigen, welche Daten diese Apps über mich erhebt und wofür sie diese verwendet.	
Handlungsfähigkeit		
HFKT	Stelle dir folgende Situation vor: Du kennst jemanden, der sein erstes Smartphone bekommt. Welche Tipps würdest du geben, in welchen Situationen man sich bei Apps mit der Erhebung und Verwendung von Daten beschäftigen sollte?	Freitext

E.2 Codierleitfäden

Tabelle E.2: Codierleitfäden für die offenen Items im Fragebogen

Codes	Definition	Ankerbeispiele
Für das offene Item zum Verständnis der Datenerhebung: Die Bewertungskategorie ist „Arten der Datenerhebung“.		
Keine Antworten	Es wird keine Antwort gegeben oder geäußert, dass man keine Antwort weiß.	-
Explizite Datenerhebung	Die Antwort enthält Beispiele für explizit erhobene Daten in dem gegebenen Beispielkontext (siehe für eine Erklärung zum Konzept der expliziten Datenerhebung etwa das Glossar dieser Arbeit).	Name, Telefonnummer, Emailadresse
Implizite Datenerhebung	Die Antwort enthält Beispiele für implizit erhobene Daten in dem gegebenen Beispielkontext (siehe für eine Erklärung zum Konzept der impliziten Datenerhebung etwa das Glossar dieser Arbeit).	angesehene Beiträge, Likes, Nutzungsverhalten und Nutzungsdauer

(Fortsetzung der Tabelle auf der nächsten Seite.)

Tabelle E.2: Codierleitfäden für die offenen Items im Fragebogen [Fortsetzung der Tabelle]

Codes	Definition	Ankerbeispiele
Beide Arten	Die Antwort enthält sowohl Beispiele für explizit als auch für implizit erhobene Daten.	(eine Mischung aus Beispielen von oben)
Für das offene Item zum Verständnis der Zwecke der Datenverarbeitung: Die Bewertungskategorie ist „Typen der Datenverarbeitung“.		
Keine Antworten	Es wird keine Antwort gegeben, eine Unwissenheit dazu geäußert oder resignierte Haltungen verdeutlicht.	-
Primäre Zwecke	Die Antwort enthält Beispiele für primäre Zwecke für den gegebenen Beispielkontext (siehe für eine Erklärung zum Konzept primären Zwecke etwa das Glossar dieser Arbeit).	Anzeigen von Beiträgen im News Feed, Prüfen der Voraussetzungen für die App (z.B. Alter)
Sekundäre Zwecke	Die Antwort enthält Beispiele für sekundäre Zwecke für den gegebenen Beispielkontext (siehe für eine Erklärung zum Konzept der sekundären Zwecke etwa das Glossar dieser Arbeit).	Personalisierte Werbung, Weitergabe der Daten an Dritte
Beide Typen	Die Antwort enthält sowohl Beispiele für primäre als auch für sekundäre Zwecke.	(eine Mischung aus Beispielen von oben)

(Fortsetzung der Tabelle auf der nächsten Seite.)

Tabelle E.2: Codierleitfäden für die offenen Items im Fragebogen [Fortsetzung der Tabelle]

Codes	Definition	Ankerbeispiele
Für das offene Item zur Handlungsfähigkeit: Die Hauptkategorie ist „wahrgenommene Handlungsfähigkeit“.		
Resignation/keine Ideen	In der Antwort äußert der Proband resignierte Haltungen, beschreibt sich handlungsunfähig zu fühlen oder keine Ideen für die Antwort zu haben.	Resigniert Haltungen, wie etwa, dass es egal ist oder man keine Wahl hat.
Ideen für Fokuswechsel	Die Antwort zeigt Ideen auf, wovon abhängig gemacht wird, wann sich der Proband mit der Rolle von Daten auseinandersetzen würde. Dies umfasst also etwa die Beschreibung von Kontextfaktoren.	Wenn man nach Daten oder einer Einwilligung gefragt wird; abhängig vom Unternehmen oder Herkunftsland des ddA, der Art und Relevanz des ddA oder der dessen Bekanntheit
Ideen womit auseinanderzusetzen	Die Antwort zeigt Ideen auf, womit sich der Proband auseinandersetzen möchte und wie und wo entsprechende Informationen erlangt werden können.	Zu untersuchen, welche Daten erhoben werden sollen; schauen, was das für eine Anwendung und was für ein Unternehmen das ist (z.B. Vertraulichkeit)
Ideen für Handlungsmöglichkeiten	Die Antwort enthält Beschreibungen von Strategien oder erkannten Handlungsmöglichkeiten.	Vermeidung oder Einschränkung der Datenerhebung; bewusste Wahl von Apps und Anbietern