

Modellieren im Informatikunterricht? Eine Analyse bayerischer Schulbücher

Elias Baumgartner¹ und Tilman Michaeli ¹

Abstract: Modellieren ist ein zentraler und komplexer Prozess in der Informatik, der große Bedeutung für allgemeinbildenden Informatikunterricht hat. Dieser Beitrag untersucht mittels einer qualitativen Inhaltsanalyse, inwiefern Modellierungsaufgaben in bayerischen Schulbüchern wesentlichen Charakteristika informatischer Modellierung genügen. Die Ergebnisse der Auswertung eines vertikalen Schnitts der Bücher mit insgesamt 342 kategorisierten Modellierungsaufgaben zeigen auf, dass ein großer Anteil der Aufgaben die Charakteristika Zweck (52%) und Abstraktion (43%) nicht erfüllt. Die Wahl einer formalen Methode wird sogar in keiner Aufgabe den Schüler:innen überlassen. Je nach Art der Modellierung zeichnen sich teilweise unterschiedliche Auffälligkeiten ab. Die Erkenntnisse liefern damit Impulse für die Auswahl und Gestaltung von Modellierungsaufgaben im Informatikunterricht.

Keywords: Modellieren, Informatikunterricht, Schulbuchanalyse, Abstraktion

1 Einleitung

Modellieren ist ein wesentlicher Bestandteil des informatischen Problemlöseprozesses und stellt ein zentrales Argument für einen verpflichtenden Informatikunterricht dar. So wirkt Modellierung im Sinne des Computational Thinking weit über die Informatik hinaus [Gu19] und erfüllt (im Gegensatz zum reinen „Codieren“ von Algorithmen [Sc91]) die Merkmale des Allgemeinbildungsbegriffs [Th02].

Insbesondere der informationszentrierte Ansatz [HB96] betont Modellierung daher als „inhaltlichen Kern“ [Hu00] von Informatikunterricht und prägt damit sowohl Bildungsstandards und Curricula als auch den Informatikunterricht. Modellieren ist dabei ein komplexer und kreativer Prozess, bei dem eine Vielzahl an Abstraktionsentscheidungen getroffen werden müssen. Es stellt sich die Frage, inwieweit dieser Prozess im Informatikunterricht tatsächlich abgebildet wird.

Einen möglichen Zugang hierzu bieten Schulbücher, die sich aufgrund der Ausweitung des Pflichtfaches Informatik in mehr und mehr Bundesländern verbreiten – oder gar, wie in Bayern, bereits eine lange Tradition haben. Ziel dieses Beitrags ist es daher zu untersuchen, inwieweit Modellierungsaufgaben in Schulbüchern tatsächlich wesentlichen Charakteristika informatischer Modellierung genügen. Dazu wird ein vertikaler Schnitt bayerischer Schulbücher mittels qualitativer Inhaltsanalyse analysiert.

¹ TU München, School of Social Sciences and Technology, Professur für Didaktik der Informatik, Arcisstraße 21, 80333 München, elias.baumgartner@tum.de; tilman.michaeli@tum.de,  <https://orcid.org/0000-0002-5453-8581>

2 Hintergrund

Modellierungsprozesse wurden in der informatikdidaktischen Forschung bisher insbesondere im MoKoM-Projekt untersucht. In diesem Rahmen wurden ein Kompetenzstrukturmodell und zugehörige Messinstrumente zum informatischen Systemverständnis und zum informatischen Modellieren entwickelt und empirisch validiert [Ne15]. Daneben existieren weitere Kompetenzmodelle und Frameworks für verschiedene Facetten der Modellierung, die den Fokus aber insbesondere auf die Feststellung verschiedener Kompetenzniveaus bei Lernenden legen [So22].

Zur Definition informatischer Modellierung wird in der Didaktik der Informatik hingegen häufig auf die allgemeine Modelltheorie nach Stachowiak zurückgegriffen (vgl. etwa [So22; SS11; Th02]). Bereits Apostel [Ap61] beschreibt den Modellbildungsprozess als Relation $R(S, P, T, M)$, wobei ein Subjekt S (subject) zu einem Zweck P (purpose) zu einem Original T (prototype) ein Modell M entwirft. Stachowiak erweitert diesen Ansatz um eine Verkürzungsrelation zwischen Original und Modell, bei der nicht alle sondern nur die vom Subjekt für den Zweck relevanten Eigenschaften erfasst werden [St73]. Im Rahmen dieser *Abstraktion* können Eigenschaften weggelassen, neu belegt, umkodiert oder auch neu hinzugefügt werden [Th02].

Auch in den Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe 1 finden sich insbesondere *Abstraktion* und *Zweck* als wesentliche Elemente. So wird Modellieren als „das Abbilden eines Ausschnitts aus der Realität oder aus einer Vorstellung durch Abstraktion zu einem bestimmten Zweck“ [GI25] definiert. In ihrer Darstellung des Modellierungskreislaufes betonen Humbert und Puhlmann dabei die Bedeutung einer *formalen Methode* zur Modellierung: „Ideally, the cycle of modelling includes the choice of the instrument or technique for the step of formalization“ [HP04], die bei Hubwieser auch als Modellierungstechniken in der Form „abstrakter Visualisierungen (Diagramme)“ [Hu00] bezeichnet werden. Im Rahmen dieses Beitrags betrachten wir daher die *Abstraktion* zu einem bestimmten *Zweck* mittels einer *formalen Methode* als wesentliche Charakteristika informatischer Modellierung.

3 Vorgehen

Um einen Einblick in den Informatikunterricht und in die darin gestellten Aufgaben zu bekommen, bietet sich die Analyse von Schulbüchern an. Schulbücher stellen eine fixierte Kommunikation von Unterrichtsmaterial dar, welche Aufgaben zu allen Themengebieten des Lehrplans enthalten und üblicherweise eine Quelle für die Unterrichtsvorbereitung von Lehrkräften sind. Daher wird folgende Forschungsfrage untersucht:

(FF) Inwiefern erfüllen Modellierungsaufgaben in Informatik-Schulbüchern wesentliche Charakteristika des informatischen Modellierens?

Zur Beantwortung dieser Frage wurde eine Auswahl an Schulbüchern mittels qualitativer Inhaltsanalyse nach Mayring [Ma15] untersucht. Als Analysebereich wurde dazu das

Bundesland Bayern gewählt. So sind die bayerischen gymnasialen Lehrpläne besonders stark durch den informationszentrierten Ansatz geprägt. Modellieren findet sich somit prominent über alle Jahrgangsstufen (JS) verteilt im Lehrplan wieder [Hu00]. Dabei werden verschiedene Modellierungsarten aufgegriffen (vgl. Tabelle 2). Außerdem gilt in Bayern eine Zulassungspflicht für Schulbücher. Dazu erfolgt eine Prüfung durch das bayerische Staatsministerium für Unterricht und Kultus, u.a. im Hinblick darauf ob die Lehrmittel „die Anforderungen der Lehrpläne erfüllen“ und „den Anforderungen entsprechen, die nach pädagogischen Erkenntnissen, insbesondere nach methodischen und didaktischen Grundsätzen sowie nach Auswahl, Anordnung, Darbietung und Umfang des Stoffs für die betreffende Schulart und Jahrgangsstufe angemessen sind“ [Ba]. Nicht zuletzt haben Schulbücher in Bayern aufgrund des seit über 20 Jahren verpflichtenden Informatikunterrichts an Gymnasien eine vergleichsweise lange Tradition: Seit der Rückkehr von G8 auf G9 und der damit verbundenen Überarbeitung der Lehrpläne liegt inzwischen bereits eine zweite Iteration der Bücher vor.

3.1 Korpus

Für die Analyse wurde ein vertikaler Schnitt bayerischer Schulbücher für den aktuellen Lehrplan der JS 6 bis 11² an Gymnasien untersucht. Zugelassene Schulbücher werden dabei von drei Verlagen angeboten. Aus jeder JS außerhalb der gymnasialen Oberstufe, in der Informatik unterrichtet wird, wurde (mindestens) ein Exemplar gewählt. Um die Ergebnisse nicht abhängig von einem Verlag zu machen, wurden auf eine ausgeglichene Verteilung geachtet (siehe Tabelle 1).

Kennung	Verlag	Titel	Jahr	JS	# Aufgaben	ISBN
EH18	Ernst Klett	Informatik 1A	2018	6	49	9783127311112
EH19	Ernst Klett	Informatik 1B	2019	7	6	9783127311129
BB19	Buchner	Natur und Technik	2019	6/7	70	9783661660073
CB21	Cornelsen	Informatik 3	2021	9	43	9783637024670
BB22	Buchner	Informatik 10	2022	10	104	9783661380100
CB22	Cornelsen	Informatik 4	2022	10	50	9783637024700
CB23	Cornelsen	Informatik 5	2023	11	20	9783637024731

Tab. 1: Übersicht des Korpus

Die Analyseeinheiten sind von den Schulbüchern als *Aufgabe* bezeichnete Bestandteile. Sofern es sich dabei um eine Aufgabe mit mehreren Teilaufgaben handelte (z. B. Nr. 1, a), b), c)), wurde jede Teilaufgabe einzeln betrachtet. Der nähere Kontext der Aufgaben wurde dabei berücksichtigt, wenn erkennbar war, dass Informationen für diese Aufgabe enthalten waren. Als Modellierungsaufgaben wurden in dieser Untersuchung ausschließlich solche Aufgaben erfasst, die direkt oder indirekt dazu auffordern, ein (nicht direkt durch

² In JS 8 findet gemäß aktuellem Curriculum kein Informatikunterricht statt, die Oberstufe beginnt in JS 12.

ein Informatiksystem ausführbares³) Modell zu erstellen oder zu ergänzen („create“, vgl. [So22]). Nicht aufgenommen wurden unter anderem Anregungen und Vorschläge für ganze Projekte, wie sie sich oft am Ende von Informatik-Schulbüchern befinden. Insgesamt finden sich in unserem Korpus 342 einzelne Aufgaben.

Ausprägung	Definition
Funktionale Modellierung	Die Aufgabe erfordert, dass ein Informationsfluss modelliert werden soll, z. B. mit einem Datenflussdiagramm.
Datenmodellierung	Die Aufgabe erfordert, dass die Struktur und Organisation von Daten modelliert wird, wie sie in Datenbanksystemen verwaltet werden. Im bayerischen Lehrplan werden hierzu UML-Klassendiagramme statt etwa ER-Diagramme als Darstellungsform verwendet.
Zustandsorientierte Modellierung	Die Aufgabe erfordert, dass Abläufe dargestellt werden, z. B. mit einem Zustands-Übergangdiagramm.
Objektorientierte Modellierung	Die Aufgabe erfordert, dass das Original in ein oder mehrere Objekte oder Klassen mit ihren Attributen, Methoden und Relationen untereinander zerlegt wird.
Modellierung verteilter Systeme	Die Aufgabe erfordert, dass ein Kommunikationsablauf zwischen Objekten modelliert wird, z. B. mit einem Interaktionsdiagramm.
Sonstiges	Keine Zuordnung zu einer anderen Kategorie möglich.

Tab. 2: Arten der Modellierung gemäß [Hu07]

3.2 Datenauswertung

Für die Analyse der Aufgaben wurde eine qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring mittels eines deduktiven Kategoriensystems vorgenommen [Ma15]. Das Kategoriensystem basiert auf der theoretischen Analyse informatischer Modellierung (vgl. Hintergrund) und ist in Tabelle 3 inklusive illustrierender Ankerbeispiele dargestellt. Für jede Aufgabe wurde jeweils entschieden, inwiefern die Charakteristika erfüllt sind.

Die erste Kategorie ist *Abstraktion*. Darunter wird ein Prozess verstanden, in dem eine Verkürzung von Original zu Modell gemäß [St73] vorgenommen wird. Im Ankerbeispiel zur Aufgabenstellung mit Abstraktion müssen Beziehungen und wesentliche Attribute von Büchern, Autoren und Verlagen identifiziert werden. Im Beispiel zur Aufgabenstellung, die keinen Abstraktionsprozess induziert, soll ein Datenflussdiagramm zu einem gegebenen Term erstellt werden. Hierbei findet keine Verkürzung statt, da es sich nur um einen Wechsel der Darstellungsform handelt.

³ In Abgrenzung zur *Implementierung*, vgl. Definition in den Bildungsstandards Informatik [GI25] oder [Hu00]

Ausprägung	Definition	Ankerbeispiel
Kategorie: Abstraktion		
Wird induziert	Die Aufgabenstellung induziert eine Abstraktion vom Original zum Modell.	Zeichne ein Klassendiagramm mit den Beziehungen der Klassen BUCH, AUTOR und VERLAG. Achte auf beide Leserichtungen und drei wesentliche Attribute pro Klasse. (CB22, Nr. 1b, S. 18)
Wird nicht induziert	Die Aufgabenstellung induziert keine Abstraktion vom Original zum Modell.	[Rechenblatt mit Term] Zeichne das dazugehörige Datenflussdiagramm. (CB21, Nr. 3b, S. 34)
Kategorie: Zweck		
Explizit gegeben	Der Zweck der Modellierung ist explizit gegeben.	Erstelle ein übersichtliches Datenflussdiagramm, mit dessen Hilfe die Kosten vorab abgeschätzt werden können. (CB21, Nr. 2a, S. 28)
Implizit gegeben	Der Zweck für die Modellierung ist implizit gegeben.	In einer Socialmedia Plattform sind die Nutzer und ihre Hobbies gespeichert. [Tabellenschemata] Gib das relationale Modell mithilfe der Tabellenschemata an. (BB22, Nr. 3b, S. 32)
Nicht vorhanden	Es gibt keinen klaren Zweck für die Modellierung.	[Grafik eines Hauses aus einfachen geometrischen Figuren] Zeichne für das Haus, das Dach und ein Fenster die Objektkarten. (CB21, Nr. 7d, S. 110)
Kategorie: Wahl einer formalen Methode		
Nicht vorgegeben	Es wird gefordert, eine formale Methode für die Modellierung zu wählen. Diese ist aber nicht vorgegeben.	Wir sollen einen Fahrsimulator für eine Fahrschule entwickeln, dieser soll auch einfache Kreuzungen mit Ampelsystem beinhalten. Erstelle ein Modell zu einem Ampelsystem, das uns später bei der Implementierung helfen wird. Wähle dazu eine geeignete Modellierungstechnik. (Verfassertext)
Vorgegeben	Eine spezifische formale Methode ist von der Aufgabe vorgegeben.	Zeichne das dazugehörige Datenflussdiagramm. (CB21, Nr. 3b, S. 34)
Kategorie: Art der Modellierung		
vgl. Tabelle 2		

Tab. 3: Deduktives Kategoriensystem

Die zweite Kategorie ist der *Zweck* des zu erstellenden Modells, der entweder explizit gegeben, implizit gegeben oder nicht vorhanden ist: Im Ankerbeispiel zum explizit gegebenen Zweck ist dieser direkt mit angegeben: die Berechnung der Kosten. Im Beispiel zum nicht vorhandenen Zweck ist eine Aufgabe aufgeführt, in der nicht ersichtlich ist, welchem Zweck das zu erstellende Modell dienen soll. Hierdurch bleibt unklar, welche Eigenschaften des Originals aufgegriffen oder vernachlässigt werden sollen. Im Beispiel für einen implizit gegebenen Zweck erfolgt die Definition durch den Bezug auf ein den Schüler:innen bekanntes System (Social-Media-Plattform).

Darüber hinaus wurde kodiert, inwieweit die *Wahl einer formale Methode* vorgegeben war oder durch die Lernenden erfolgen musste. In jeder betrachteten Aufgabe war eine formale Methode notwendig. Außerdem wurde für jede Aufgabe erfasst, welche *Art der Modellierung* nach Hubwieser vorliegt (vgl. Tabelle 2).

4 Ergebnisse

Im Folgenden wird die Auswertung der Ergebnisse zunächst bezüglich der einzelnen Kategorien sowie in Abhängigkeit der Art der Modellierung präsentiert. Anschließend wird eine Gesamtbetrachtung über die kombinierte Ausprägung der Charakteristika vorgenommen.

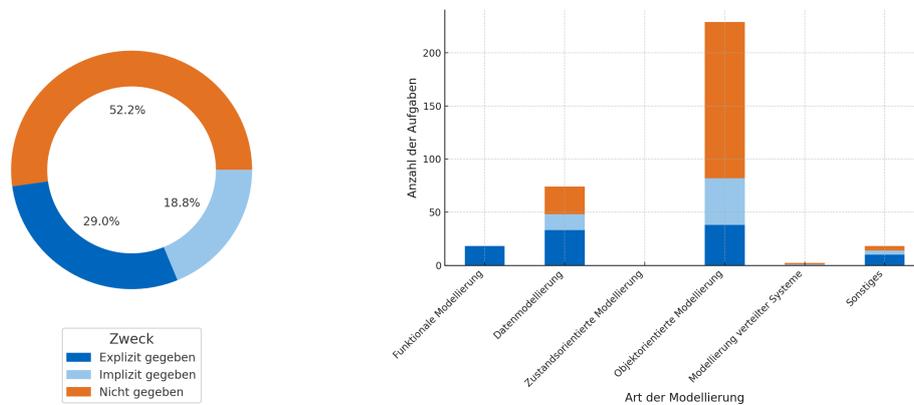


Abb. 1: (a) Verteilung der Kategorie *Zweck* und (b) Kategorie *Zweck* gruppiert nach Modellierungsart.

Von den insgesamt 342 Aufgaben aus sieben verschiedenen Büchern konnte für über die Hälfte (52,2%) kein **Zweck** für das zu erstellende Modell kodiert werden. In 29,0% der Aufgabenstellungen war ein Zweck explizit und in 18,8% implizit gegeben (vgl. Abbildung 1). Spezifiziert man nach Modellierungsart, fällt auf, dass alle funktionalen Modellierungsaufgaben ($n = 18$) mit einem explizit definierten Zweck gestellt werden. Ein anderes Bild zeigt sich bei objektorientierten Modellierungsaufgaben ($n = 230$), von denen für ca. 64% die Kategorie Zweck als „nicht vorhanden“ kodiert wurde (vgl. Abbildung 1).

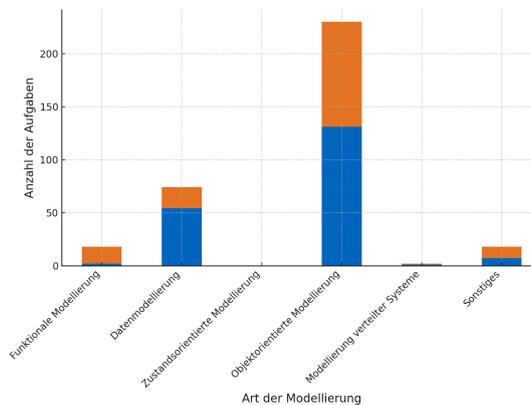
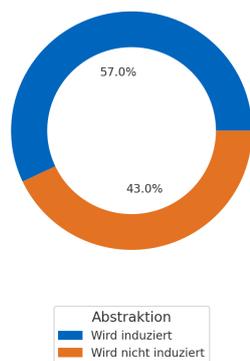


Abb. 2: (a) Verteilung der Kategorie *Abstraktion* und (b) *Abstraktion* gruppiert nach Modellierungsart.

Für die Kategorie **Abstraktion** zeigt sich ebenfalls, dass ein großer Anteil der Aufgaben dieses Charakteristikum informatischer Modellierung nicht erfüllt. So wurde für ca. 43% der Aufgaben keine Abstraktion im Sinne einer Verkürzungsrelation kodiert (vgl. Abbildung 2). Auch hier zeigt sich bei den Aufgaben zu funktionaler Modellierung eine Auffälligkeit: So ist der Anteil an Aufgaben ohne induzierte Abstraktion mit 88,89% deutlich höher als für die anderen Aufgabentypen (vgl. Abbildung 2).

Bezüglich der **Wahl einer formalen Methode** ist festzustellen, dass diese in allen untersuchten Aufgaben vorgegeben ist. Somit ist in keiner Aufgabe eine Wahl durch die Lernenden möglich oder nötig.

In einer Gesamtbetrachtung der Kategorien pro Aufgabe erfüllen ca. 25% der Aufgaben keines der untersuchten Charakteristika informatischer Modellierung, während in ca. 30% sowohl eine Abstraktion induziert als auch ein Zweck (implizit oder explizit) gegeben ist (vgl. Abbildung 3). Auch hier werden die Auffälligkeiten bzgl. der funktionalen (Zweck aber keine Abstraktion) und objektorientierten Modellierungsaufgaben (häufig weder Zweck noch Abstraktion) sichtbar.

5 Diskussion

Die Ergebnisse zeigen, dass nur ein geringer Anteil der analysierten Aufgaben alle untersuchten Charakteristika informatischer Modellierung erfüllt. Mögliche Ursachen hierfür könnten in der didaktische Reduktion bzw. im Scaffolding liegen: Um den komplexen Prozess der Modellierung und die jeweilige formale Darstellung schrittweise einzuüben, könnten verschiedene Charakteristika zur Reduktion der Komplexität (zunächst) bewusst vernachlässigt werden. So sind etwa die Aufgaben, die weder Zweck noch Abstraktion

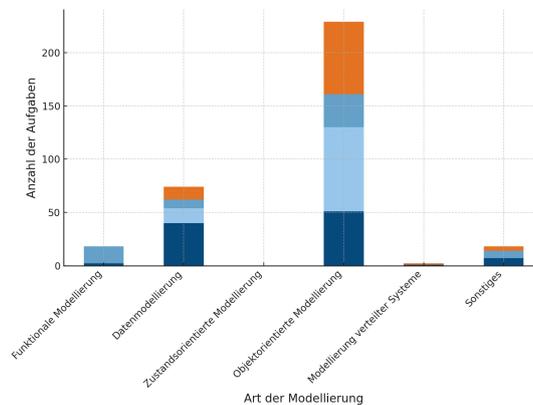
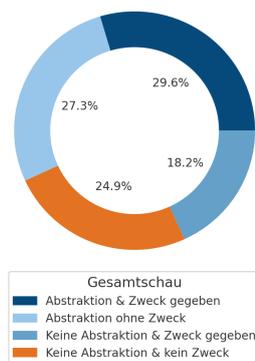


Abb. 3: (a) Kombination der Kategorien *Abstraktion* und *Zweck* und (b) *Abstraktion* und *Zweck* gruppiert nach Modellierungsart.

erfüllen, sehr kleinschrittig und geschlossen, wie etwa folgendes Beispiel illustriert: “Stelle folgende Objektbeziehungen in einem Modell mit Kardinalität dar: An einem Tisch sitzen 0, 1 oder 2 Schüler.” (BB22, Nr. A2a, S.80). Das Fehlen eines Zwecks als wesentlichem Merkmal informatischer Modellierung leuchtet zur Reduktion der Komplexität der Aufgabe allerdings auch im Sinne der didaktischen Reduktion nur bedingt ein. Auch wäre dann davon auszugehen, dass das Scaffolding systematisch erfolgt, also etwa im Laufe eines Kapitels reduziert wird. Im Rahmen der stichprobenhaften Überprüfung einzelner Kapitel ließ sich jedoch keine solche Systematik in den Charakteristika der Aufgaben erkennen.

In keiner der untersuchten Aufgaben war die Wahl der formalen Methode Teil der Aufgabe der Lernenden. Damit eine solche Wahl überhaupt möglich und sinnvoll ist, müssen die Schüler:innen zum Zeitpunkt der Bearbeitung der Aufgabe bereits mit unterschiedlichen Modellierungsarten vertraut sein. Dies wird allerdings erst in höheren JS erreicht. Häufig wird eine zielgerichtete Wahl außerdem im Rahmen von größeren Projekten benötigt. Solche Aufgaben wurden allerdings, wie im Vorgehen beschrieben, im Rahmen dieser Untersuchung nicht mit untersucht und spiegeln sich somit auch nicht in den Ergebnissen wider. Dennoch überrascht es, dass auch in den höheren JS im Rahmen der untersuchten Aufgaben die formale Methode immer vorgegeben war und nie von den Lernenden aus der Problemstellung heraus erkannt werden sollte – auch im Sinne einer Vorbereitung auf etwa ein größeres Softwareprojekt.

Für die verschiedenen Modellierungsarten ist insbesondere die funktionale Modellierung auffällig: Alle Aufgaben geben explizit einen Zweck vor, jedoch ist zumeist keine weitere Abstraktion des Originals nötig. Meistens war in Aufgaben dieser Art eine konkrete Berechnungsvorschrift gegeben, die in ein Datenflussdiagramm überführt werden sollte. Ein Zweck (die Berechnung eines bestimmten Werts) ist somit gegeben und eine Abstraktion

im Sinne einer Verkürzungsrelation nicht weiter nötig. Die Ursache hierfür kann in der im informationszentrierten Ansatz und dem bayerischen Lehrplan üblichen Implementierung funktionaler Modelle durch Tabellenkalkulationssysteme liegen, für die sich solche Aufgaben besonders eignen – allerdings auf Kosten eines wesentlichen Charakteristikums informatischer Modellierung.

Genauso könnte die starke Prägung durch den informationszentrierten Ansatz weitere Ergebnisse erklären: So wird dort die Modellierung (insbesondere in JS 6 und 7) auch als Methode zur Erschließung von Informatiksystemen [Hu07] im Sinne eines „Reverse Engineering“ angewandt. So ist bei Aufgaben wie der objektorientierten Modellierung eines Textverarbeitungssystems [Vo03] oder Grafikobjekts zwar eine Abstraktion nötig, der eigentliche Zweck „Erschließung der Funktionsweise“ wird aber möglicherweise weder implizit noch explizit gegeben.

Limitationen. Die Vielfalt an unterschiedlichen Aufgabenstellungen bietet durchaus einen Interpretationsspielraum bezüglich der Klassifizierung in eine konkrete Ausprägung der Kategorien. Die Kodierung wurde nur vom Erstautor des Beitrags durchgeführt, was damit eine mögliche Einschränkung der Reliabilität darstellt. Allerdings wurde das Kategoriensystem samt Ankerbeispielen zu verschiedenen Zeitpunkten des Forschungsprozesses umfangreich in der Forschungsgruppe diskutiert. Weiterhin beschränkt sich die Untersuchung auf Schulbücher bayerischer Gymnasien, die alle den Vorgaben des bayerischen Lehrplans samt staatlicher Zulassung unterliegen. Außerdem lassen sich keine Aussagen über den tatsächlichen Informatikunterricht in der Schulpraxis treffen: So bieten Schulbücher nur einen begrenzten Einblick, da Lehrkräfte sie lediglich als eine Quelle unter vielen für ihre Unterrichtsplanung nutzen.

6 Fazit

In diesem Beitrag wurde mittels einer qualitativen Inhaltsanalyse untersucht, inwiefern Modellierungsaufgaben aus einem vertikalen Schnitt bayerischer Schulbücher den Charakteristika *Zweck*, *Abstraktion* und *Wahl einer formalen Methode* informatischer Modellierung entsprechen. Zusammenfassend ist festzustellen, dass nur für etwa 30% der Aufgaben sowohl ein *Zweck* als auch eine *Abstraktion* kodiert werden konnten. Weitere etwa 45% der Aufgaben erfüllen lediglich eines, 25% gar keines der beiden Charakteristika. Die *Wahl der formalen Methode* wurde in keiner der Aufgaben den Lernenden freigestellt. Es zeigen sich dabei Auffälligkeiten für verschiedene *Arten der Modellierung*, deren Ursachen weiter untersucht werden sollten.

Damit weist dieser Beitrag auf ein mögliches Problemfeld informatischer Bildung in Schulen hin: So stellt sich die Frage, inwieweit Schüler:innen tatsächlich modellieren (lernen). Natürlich ist es nicht der Anspruch von Informatikunterricht, professionelle Entwickler:innen (und damit auch Modellierer:innen) auszubilden. Wenn aber in diesem Ausmaß wesentliche Charakteristika informatischer Modellbildung im Unterricht fehlen

sollten, ist durchaus zu diskutieren, inwieweit die allgemeinbildenden Ziele der Modellierung (die besonders über die Abstraktion begründet werden) tatsächlich erreicht werden. Auch wird damit die Frage aufgeworfen, welche Vorstellung von Modellierung Schüler:innen entwickeln und ob dabei nicht ebenfalls wesentliche Merkmale fehlen. Für Lehrkräfte und die Schulpraxis ist eine zentrale Implikation dieses Beitrags, die im Unterricht verwendeten Modellierungsaufgaben kritisch zu hinterfragen, inwiefern wesentliche Charakteristika informatischer Modellierung erfüllt sind – oder bewusst und systematisch im Sinne von Scaffolding erst schrittweise eingeführt werden.

Literaturverzeichnis

- [Ap61] Apostel, L.: Towards the Formal Study of Models in the Non-Formal Sciences. In: The Concept and the Role of the Model in Mathematics and Natural and Social Sciences. Springer Netherlands, S. 1–37, 1961.
- [Ba] Bayerische Staatskanzlei: Verordnung über die Zulassung von Lernmitteln (Zulassungsverordnung – ZLV), URL: <https://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayZLV/>.
- [GI25] GI: Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I – Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik e.V, 2025.
- [Gu19] Guzdial, M.; Kay, A.; Norris, C.; Soloway, E.: Computational thinking should just be good thinking. Communications of the ACM 62 (11), S. 28–30, 2019.
- [HB96] Hubwieser, P.; Broy, M.: Der informationszentrierte Ansatz: Ein Vorschlag fuer eine zeitgemaesse Form des Informatikunterrichtes am Gymnasium, Techn. Ber., Technische Universität München, 1996.
- [HP04] Humbert, L.; Puhlmann, H.: Essential Ingredients of Literacy in Informatics. Informatics and Student Assessment 65, S. 76, 2004.
- [Hu00] Hubwieser, P.: Informatik am Gymnasium. Ein Gesamtkonzept für einen zeitgemäßen Informatikunterricht, München, 2000.
- [Hu07] Hubwieser, P.: Didaktik der Informatik: Grundlagen, Konzepte, Beispiele. Springer Berlin, Heidelberg, 2007.
- [Ma15] Mayring, P.: Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken. Beltz, 2015.
- [Ne15] Neugebauer, J.; Magenheimer, J.; Ohrndorf, L.; Schaper, N.; Schubert, S.: Defining proficiency levels of high school students in computer science by an empirical task analysis results of the MoKoM project. In: ISSEP 2015. Springer, S. 45–56, 2015.
- [Sc91] Schubert, S.: Fachdidaktische Fragen der Schulinformatik und (un)mögliche Antworten. In: INFOS 1991. Springer Berlin Heidelberg, S. 27–33, 1991.
- [So22] Soyka, C.; Schaper, N.; Bender, E.; Striewe, M.; Ullrich, M.: Toward a Competence Model for Graphical Modeling. ACM Trans. Comput. Educ. 23 (1), 2022.
- [SS11] Schubert, S.; Schwill, A.: Didaktik der Informatik. Springer, 2011.
- [St73] Stachowiak, H.: Allgemeine Modelltheorie.,(Springer-Verlag: Wien.) 1973.
- [Th02] Thomas, M.: Informatische Modellbildung: Modellieren von Modellen als ein zentrales Element der Informatik für den allgemeinbildenden Schulunterricht, Dissertation, Universität Potsdam, 2002.
- [Vo03] Voß, S.: Objektorientierte Modellierung von Software zur Textgestaltung. In: INFOS 2003. GI, S. 189–201, 2003.