

# Modellierungskompetenz als Grundlage einer Fachdidaktik der konzeptuellen Modellierung betrieblicher Informationssysteme

Philip Winkler<sup>1</sup> und Stefan Strecker<sup>1</sup>

**Abstract:** Die konzeptuelle Modellierung betrieblicher Informationssysteme ist ein Lehrschwerpunkt in Studiengängen der Informatik und Wirtschaftsinformatik, dessen Studium auf anspruchsvolle, miteinander verwobene (Teil-)Kompetenzen, darunter das zielgerichtete Abstrahieren, bewusste Rezipieren und Interpretieren präsentierter Informationen sowie das Abwägen und die kritische Reflexion von Modellierungsentscheidungen, zielt. Diese Kompetenzen werden im fachsprachlichen Gebrauch als „Modellierungskompetenz“ zusammengefasst, ohne dass bisher ein differenziertes, aufeinander abgestimmtes Kompetenzmodell der Modellierungskompetenz vorliegt. In diesem Beitrag stellen wir Vorüberlegungen zur Entwicklung eines Kompetenzmodells für das Lehrfach der konzeptuellen Modellierung betrieblicher Informationssysteme an, mit dem der bislang eher unkonturiert verwendete Begriff Modellierungskompetenz präzisiert und differenziert wird. Dazu erarbeiten wir übergeordnete, disziplinprägende Kompetenzfelder der konzeptuellen Modellierung und demonstrieren exemplarisch, wie diese Kompetenzfelder zur Spezifikation konkreter Lernziele im Kontext einer Lerneinheit umgesetzt werden können. Insbesondere stellen wir „Kritisches Denken“, „Sprache und Argumentation“, ein „Denken in Strukturen“, „Kommunikation“ und „Domänenverständnis“ als wesentliche Kompetenzfelder der konzeptuellen Modellierung heraus.

**Keywords:** Konzeptuelle Modellierung, Modellierungskompetenz, Informatikdidaktik

## 1 Einleitung

Die Gestaltung betrieblicher Informationssysteme ist ein wesentliches Tätigkeitsfeld für Absolventinnen und Absolventen der Studiengänge Informatik und Wirtschaftsinformatik. Der Zugang zu betrieblichen Informationssystemen erfolgt durch konzeptuelle Modelle, die auf der Entwicklung zielgerichteter sprachlicher Abstraktionen einer Diskurswelt basieren. Dazu werden Begriffe von (Fach-)Sprachen der Diskurswelt rekonstruiert und im Hinblick auf angestrebte Gestaltungs- und Modellierungsziele konturiert [FS25], zum Beispiel kennt die Fachsprache der Finanzwirtschaft einen nuancierten Begriff von Kreditwürdigkeit (Bonität), der für die Entwicklung eines Informationssystems etwa zur Kreditvergabe zu rekonstruieren und aufzubereiten ist. Ergebnisse der konzeptuellen Modellierung sind konzeptuelle Modelle, z. B. Datenmodelle, welche die Grundlage für den Entwurf betrieblicher Informationssysteme bilden. Die konzeptuelle Modellierung betrieblicher Informationssysteme stellt einen zentralen Gegenstand der Lehre der (Wirtschafts-)Informatik dar und wird in den aktuellen gemeinsamen Rahmenempfehlungen der *Gesellschaft für Informatik, Wissenschaftliche*

<sup>1</sup> FernUniversität in Hagen, Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre, insb. Entwicklung von Informationssystemen, Universitätsstraße 41, 58097 Hagen, philip.winkler@fernuni-hagen.de; stefan.strecker@fernuni-hagen.de

*Kommission Wirtschaftsinformatik und Die Wirtschaftsinformatik* als eigenständiger übergeordneter Studieninhaltsbereich für Studiengänge der Wirtschaftsinformatik herausgestellt [Ge24]. Die Konstruktion konzeptueller Modelle ist eine komplexe Tätigkeit, die eine Vielzahl von ineinander übergehenden, sich wiederholenden und abwechselnden kognitiven Aktivitäten und korrespondierendem (Sprach-)Handeln, darunter das bewusste Rezipieren, Interpretieren, Reflektieren, Abstrahieren, Konzeptualisieren, Kontextualisieren, Abwägen und, in Gruppensituationen, Kommunizieren, Diskutieren und konsensuelles Einigen [SRT21] umfasst und ein hohes Ausmaß an kritischem Denken, Problembewusstsein und Reflexionsvermögen erfordert. Das Studium der konzeptuellen Modellierung betrieblicher Informationssysteme stellt eine Reihe besonderer Herausforderungen an Studierende – etwa im Hinblick auf zu erbringende kognitive Leistungen.

Kompetenzorientierte Lehre strebt eine Ausrichtung an Lernergebnissen in Form überprüfbarer Qualifikationsziele bzw. Kompetenzen an [Sc12, KH08]. Die Spezifikation derartiger Kompetenzen ist für die konzeptuelle Modellierung betrieblicher Informationssysteme nicht offensichtlich. Mit welchen Kompetenzen steht die für die konzeptuelle Modellierung charakteristische Kompetenz der sprachlichen Abstraktion in welchem Zusammenhang? Wie lassen sich diese Kompetenzen konkretisieren und überprüfen? Ein Kompetenzmodell für die konzeptuelle Modellierung adressiert derartige Fragen, um die für die Modellierung charakteristischen Fähigkeiten und Fertigkeiten, Denkhaltungen und Bereitschaften herauszuarbeiten und eine Möglichkeit zu schaffen, konkrete und überprüfbare Lernziele festzulegen und für die Entwicklung von Lernangeboten zu operationalisieren. Im vorliegenden Beitrag nähern wir uns dieser herausfordernden Aufgabe, indem wir Vorüberlegungen für ein Kompetenzmodell anstellen und wesentliche Kompetenzfelder der konzeptuellen Modellierung identifizieren.

Ziel des Beitrags ist es, charakteristische, disziplinprägende Kompetenzfelder der konzeptuellen Modellierung betrieblicher Informationssysteme herauszustellen und zueinander in eine nachvollziehbare Beziehung zu setzen, um eine fundierte Grundlage für ein Kompetenzmodell zu schaffen, das eine ganzheitliche und differenzierte Perspektive auf die Gestaltung von Lernangeboten eröffnet. Dabei gehen wir argumentativ vor, indem wir Ergebnisse verschiedener Forschungsbereiche integrieren und darauf aufbauend eine analytische Zerlegung von Modellierungskompetenz in Kompetenzfelder schrittweise entwickeln und diskursiv begründen. Wir beginnen damit, in Abschnitt 2 ein Kompetenzverständnis für die konzeptuelle Modellierung zu erarbeiten und Anforderungen an das zu entwickelnde Kompetenzmodell zu präzisieren. Auf dieser Grundlage werden in Abschnitt 3 Kompetenzfelder herausgearbeitet, um eine vorläufige Einteilung und Differenzierung von Modellierungskompetenz auf einer übergeordneten Abstraktionsebene zu erreichen. In Abschnitt 4 demonstrieren wir exemplarisch die Spezifikation konkreter Lernziele auf der Grundlage der erarbeiteten Kompetenzfelder im Kontext einer Lerneinheit. Wir schließen den Beitrag in Abschnitt 5 mit einer Diskussion und Einordnung der Ergebnisse.

## 2 Grundlegende Überlegungen

**Kompetenzverständnis** Im Rahmen der Entwicklung fachdidaktischer Kompetenzmodelle wird häufig auf die Definition nach Weinert verwiesen, in der Kompetenz charakterisiert wird als „die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften, damit die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll genutzt werden können“ [We01]. In dieser Sichtweise wird Kompetenz also mit der Fähigkeit, Probleme zu lösen, in Verbindung gebracht. Problemlösen ist ein wichtiger Bestandteil vieler Teilbereiche der Informatik, beispielsweise wird im Kontext der Entwicklung von Sortieralgorithmen eine Folge von unsortierten Zahlen als Ausgangspunkt gegeben und nach Verfahren gesucht, die diese Zahlen der Größe nach ordnen (und dabei Effizianz Anforderungen erfüllen, z.B. soll beim Sortieren eine maximale Anzahl an Rechenschritten nicht überschritten werden). Charakteristisch für solche Probleme ist, dass ein eindeutiger Anfangszustand (ungeordnete Zahlenfolge) und ein Endzustand (geordnete Zahlenfolge) vorgegeben werden und nach einem Verfahren bzw. einem Algorithmus gesucht wird, der eine Transformation vom Anfangs- zum Endzustand vornimmt. Ähnliches problemlösendes Denken ist während der konzeptuellen Modellierung gefragt, z.B. wenn ein Modell so umstrukturiert werden soll, dass mögliche Inkonsistenzen ausgeschlossen werden (vgl. [Wi12]). Die eigentlichen Herausforderungen der Modellierung liegen jedoch an anderer Stelle: Es werden u.a. Begriffe rekonstruiert, inkonsistente und widersprüchliche Sichtweisen integriert, Konzeptionen hinterfragt und alternative Perspektiven auf einen Modellierungsgegenstand entwickelt. Dabei steht nicht das Problemlösen, sondern das *Problematisieren* im Vordergrund, das Erkennen von Möglichkeiten, die kritische Reflexion. In der allgemeinen Didaktik wird dem Problemlösebegriff eine pädagogische Sicht gegenübergestellt: „Es geht darum, Perspektiven auf und für Probleme zu entwickeln, Probleme zu erkennen und zu pluralisieren, Probleme in ihrer Relativität und Relation zu verstehen und nicht nur um Fertigkeiten in der Lösung von Problemen“ [Ke21, S. 23]. Diese Auffassung wird dem Charakter der konzeptuellen Modellierung (und darüber hinaus dem akademischen Bildungsverständnis einer Universität) sicherlich besser gerecht als eine Reduktion auf das reine Problemlösen. Kompetenzmodelle der Berufsbildung berufen sich auf den Kompetenzbegriff nach Roth [Ro71], vgl. auch [KH08], der insbesondere Handlungsfähigkeit und Mündigkeit betont und neben Fachkompetenz Verantwortungsbereitschaft, gesellschaftlicher Teilhabe und Persönlichkeitsentwicklung fokussiert (Selbst- und Sozialkompetenz). Eine Fokussierung der Handlungsorientierung fasst den Kompetenzbegriff weiter als eine Orientierung am Problemlösen und ist im Kontext der konzeptuellen Modellierung zu bevorzugen. Was macht jedoch Handlungskompetenz, d.h. die Kompetenz, in komplexen Anforderungsbereichen „angemessen, verantwortlich und erfolgreich zu handeln“ [Sc12, S. 29], aus? Kompetenz geht über kognitive Fähigkeiten und Fertigkeiten hinaus und umfasst zudem „motivationale, volitionale und soziale Bereitschaften“ (Weinert) bzw. „zu integrierende Bündel von komplexem Wissen, Fertigkeiten, Fähigkeiten, motivationalen Orientierungen, (Wert-)Haltungen in Bezug auf die Anforderungsbereiche“ [Sc12, S. 29]. Diese Auflistungen konturieren den

Umfang und die Teilbereiche von Kompetenz, erfordern jedoch weiterer Erläuterung. Der Begriff „Fähigkeit“ oder „Befähigung“ ist kaum weniger abstrakt und umfassend als der Begriff der Kompetenz selbst. Intuitiv versteht man unter einer Fähigkeit ganz allgemein das, „was man können muss“, um eine Aufgabe zu bewältigen und spricht von „analytischen Fähigkeiten“, der „Fähigkeit, logisch zu denken“. Im Gegensatz zur (kognitiven) Fähigkeit wird Kompetenz jedoch umfassender aufgefasst und beinhaltet u.a. motivationale Orientierungen und Bereitschaften. Auch hier besteht Klärungsbedarf: Man wird wohl kaum einem erfahrenen Systemanalysten seine Modellierungskompetenz absprechen, weil er sich aus ethischen Gründen weigert, automatisierte militärische Drohnen zu entwerfen und ihm daher die „motivationale Bereitschaft“ fehlt. Stattdessen lässt sich motivationale Bereitschaft in diesem Zusammenhang eher als Bereitschaft verstehen, sich in ein neues Themengebiet einzudenken und als die Motivation, Dinge zu durchdenken und vorschnelle Entscheidungen („wird schon stimmen“) zu hinterfragen. Es handelt sich also vielmehr um Denkhaltungen und Einstellungen, die absolut notwendig sind, um adäquate und durchdachte Modelle zu entwickeln. Kompetenz wird auch als Selbst- und Sozialkompetenz verstanden und umfasst „Eigenschaften wie Selbstständigkeit, Kritikfähigkeit, Selbstvertrauen, Zuverlässigkeit, Verantwortungs- und Pflichtbewusstsein“ sowie „soziale Verantwortung und Solidarität“ [Ku11, S. 15]. Als vorläufige Arbeitsgrundlage für das Kompetenzverständnis fassen wir zusammen: Unter Modellierungskompetenz verstehen wir die Kenntnisse, Fähigkeiten (das zunächst bewusst allgemein gehaltene „Können“), Fertigkeiten (eingeübten Handlungsroutinen) sowie die Denkhaltungen, Einstellungen und Herangehensweisen, die notwendig sind, um selbstbestimmt und im gemeinschaftlichen Diskurs, verantwortungsbewusst und reflektiert zweckangemessene konzeptuelle Modelle zu erstellen. Im Verlauf des Beitrags werden wir versuchen, Aspekte der Modellierungskompetenz zu präzisieren und weiter auszuarbeiten. Um uns diesem Ziel zu nähern, beginnen wir anhand eines Beispiels mit der Betrachtung möglicher Denkprozesse während der Erstellung eines Datenmodells.

**Ein beispielhafter (fiktiver) Modellierungsprozess** Wir skizzieren einige erste Gedankengänge, die im Rahmen der Datenmodellierung eines Informationssystem zur Verwaltung des Bibliotheksapparats einer Universitätsbibliothek auftreten können. Zunächst wird man vielleicht erkennen, dass der Bibliotheksbestand u.a. Bücher, CDs, DVDs, Zeitschriften und ggf. auch digitale Inhalte umfasst, d.h. es wird ein Überbegriff für die Güter benötigt, die in der Bibliothek ausgeliehen werden können. Bei der Recherche des entsprechenden Fachbegriffs des Bibliothekswesens trifft man auf verschiedene Begriffe wie „Bibliotheksgut“ oder „Publikation“, die es dabei zu ordnen gilt. Wir stellen zudem fest, dass eine Publikation, z.B. eine bestimmte Auflage eines Romans, mehrfach geführt werden kann, d.h., dass mehrere *Exemplare* vorliegen können. Es ist also eine begriffliche Trennung zwischen einer (abstrakten) Publikation und einem (konkreten, physischen) Exemplar nötig. Aber auch diese Auffassung ist unbefriedigend, denn es lässt sich z.B. nicht festhalten, ob Publikationen verschiedene Auflagen oder Übersetzungen desselben Werks darstellen. Im Datenmodell „Functional Requirements for Bibliographic Records“ [Gr98] wird daher die begriffliche Trennung weitergeführt und zwischen „Werk“ (z.B. der Komödie „As You Like It“ von Shakespeare),

„Expression“ (z.B. der deutschen Übersetzung von Schlegel und Tieck), „Manifestation“ (z.B. der 1963 im Rowohlt-Verlag erschienenen Taschenbuchausgabe der Übersetzung) und „Exemplar“ (z.B. dem Exemplar der genannten Rowohlt-Taschenbuchausgabe in der Staatsbibliothek zu Berlin mit Signatur 12 Per 29-125) unterschieden (das Beispiel stammt aus [Ga16, S.183f]). In diesem Modell werden die Begriffe „Manifestation“ und „Expression“ eingeführt, die zuvor in der Fachsprache nicht existierten, aber eine präzisere Konzeption des Gegenstandsbereichs für den Modellierungszweck ermöglichen und Ungenauigkeiten der Sprache auflösen. Die Fachsprache eines Gegenstandsbereichs zu erschließen, stellt Modellierer insbesondere dann vor Herausforderungen, wenn es keine einheitliche und allgemein akzeptierte Fachsprache gibt, oder diese nicht immer konsistent verwendet wird. Beispielsweise finden sich auf Webseiten von Bibliotheken verschiedene Begriffe für die Besucher einer Bibliothek, z.B. „Kunde“ oder „Mitglied“. Die Modellierung erfordert eine Festlegung auf einen angemessenen Begriff, wozu eine Klärung mit Experten des Fachgebiets notwendig ist (der Kundenbegriff wird z.B. in der Bibliothekswissenschaft kritisiert, da er ein unangemessenes Rollenverständnis der Bibliothek impliziert, vgl. [ZJ13, S. 6ff]). Darüber hinaus ergeben sich Herausforderungen, wenn Begriffe im Datenmodell zueinander in Beziehung gesetzt werden: Möchten wir z.B. eine Vormerkung ermöglichen, für den Fall, dass alle Exemplare einer Publikation bereits ausgeliehen sind, ist zu entscheiden, ob eine (abstrakte) Publikation, oder aber ein konkretes Exemplar vorzumerken ist (beide Möglichkeiten sind denkbar und haben verschiedene Auswirkungen auf das Informationssystem und die zugehörigen Handlungen). Die hier genannten Gedankengänge repräsentieren nicht annähernd die Komplexität der Modellierung einer Universitätsbibliothek, jedoch lassen sich bereits einige wesentliche Aspekte erkennen, die Modellierungskompetenz ausmachen. Im Folgenden werden wir auf dieses Beispiel zurückgreifen, um Überlegungen zur Modellierungskompetenz zu begründen und zu veranschaulichen.

**Stand der Forschung** Erste Ansätze für Kompetenzmodelle der konzeptuellen Modellierung finden sich bei Bork [Bo19] sowie Bogdanova und Snoeck [BS19]. Dort wird eine Grundlegung der Kompetenzmodelle auf Basis der von Anderson und Krathwohl erweiterte Bloom'sche Taxonomie [AK01] vorgeschlagen, um Modellierungskompetenzen und Lernziele nach Wissensdimension und Leistungsniveau zu ordnen. In der erweiterten Bloom'schen Taxonomie wird in der Wissensdimension zwischen Faktenwissen, konzeptuellen, prozeduralem und metakognitiven Wissen unterschieden. Die kognitive Dimension umfasst die sechs Niveaustufen erinnern, verstehen, anwenden, analysieren, evaluieren und erschaffen. Lernziele werden nach dem Schema „The student will learn to . . . + Verb (kognitiver Prozess) + Substantiv (Lerninhalt)“ formuliert und einer entsprechenden Zelle der Tabelle aus Wissensdimension und kognitiver Niveaustufe zugeordnet (z.B. „the student will learn to distinguish among confederal, federal, and unitary systems of government“ [AK01, S. 7], eingeordnet als *konzeptuelles Wissen* und *analysieren*). Das bisher umfangreichste Kompetenzmodell für die konzeptuelle Modellierung ist im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Verbundprojekts *KEA-Mod* entstanden [So23, SS24] und definiert auf der Grundlage der erweiterten Bloom'schen

Taxonomie zahlreiche tabellarisch geordnete Kompetenzfacetten (zusammengefasst in [So22]). Neben fachlichen Kompetenzen zum Modellverstehen und Modellbilden werden dabei auch metakognitive und sozial-kommunikative Fähigkeiten sowie Werte, Haltungen und Überzeugungen spezifiziert (Wissensdimension). Dabei werden insgesamt mehr als 70 Kompetenzfacetten identifiziert, die verschiedenste Aspekte der Modellierungskompetenz betreffen. Trotzdem fällt es zuweilen nicht leicht, die mit den im obigen Beispiel skizzierten Überlegungen verbundenen Kompetenzen wiederzufinden. Einige Kompetenzfacetten aus dem Bereich „Modellbilden & -modifizieren / Erschaffen“ sind naheliegende Kandidaten. Beispielsweise wird eine Kompetenzfacette definiert, die folgendermaßen lautet: „Die Lernenden können selbstständig grafische Modelle erstellen, um einen Sachverhalt abzubilden“ (MB 4.01). Dabei wird vermutlich von der Prämisse ausgegangen, dass ein konzeptuelles Modell auf der Grundlage einer textuellen Diskursweltbeschreibung erstellt werden soll, eine typische Lernaufgabe für angehende Modellierer. In der Regel werden diese Modellierungsaufgaben so formuliert, dass wesentliche Begriffe wie „Publikation“ und „Exemplar“ bereits explizit im Text vorgegeben werden, sodass die herausfordernden Denkleistungen, die mit der Konstruktion dieser Begrifflichkeiten einhergehen, nicht vom Studierenden, sondern vom Aufgabensteller erbracht werden. Es stellt sich heraus, dass unerfahrene Modellierer und Studienanfänger einige Schwierigkeiten beim Bearbeiten derartiger Übungsaufgaben haben [RTS19] und je nach Formulierung der Aufgabenstellung auch höhere Kompetenzen angesprochen werden, sodass dieser Aufgabentyp durchaus sinnvoll für die Lehre ist. Ab einem gewissen Leistungsniveau ist jedoch das im obigen Modellierungsprozess skizzierte, eigenständige Entwickeln und Rekonstruieren von Abstraktionen und Begriffen gefordert. Dazu ist eine Lösung vom abbildtheoretische Modellbegriff notwendig: Eine mechanistische Abbildung einer textuellen Form eines Modells in die grafische Form ist nicht das, was Modellierungskompetenz ausmacht. Es stellt sich die Frage: Was macht das selbstständige Erstellen konzeptueller Modelle herausfordernd? Wie lassen sich diese Kompetenzen auf einem geeigneten Abstraktionsniveau fassen? In anderen Kompetenzfacetten wird dies weiter elaboriert: „Die Lernenden können ein Modell in Bezug auf einen Sachverhalt a) semantisch korrekt und b) vollständig erstellen und sich dabei c) auf relevante Modellinhalte beschränken“ (MB 4.04). Auch hier stellen sich einige Fragen. Im skizzierten Modellierungsprozess werden mehrere Modellierungsalternativen herausgearbeitet. Was ist „semantisch korrekt“: die Vormerkung einer Publikation oder eines konkreten Exemplars? Ist der Begriff „Kunde“ „semantisch inkorrekt“? Wer bestimmt das? Kann es ein „korrektes“ Modell geben, wenn es unter den Fachexperten keinen Konsens gibt? Diese Überlegungen geben Anlass dazu, Modellierungskompetenz nicht (nur) anhand erstellter Modelle, sondern vielmehr anhand der Begründung von Modellierungsentscheidungen zu beurteilen, eine Sichtweise, die zu anderen Lernansätzen führt, deren Grundlagen im zu entwickelnden Kompetenzmodell adressiert werden sollen.

**Anforderungen an ein Kompetenzmodell** Ein Kompetenzmodell für die konzeptuelle Modellierung soll mehrere Dinge leisten. Auf einem hohen Niveau ist zu präzisieren, was das Modellieren als solches ausmacht, d.h. welche übergeordneten Kompetenzen

notwendig sind, um modellierungsspezifische Herausforderungen zu bewältigen (und was diese Herausforderungen überhaupt sind). Dazu sind die *wesentlichen*, d.h. konstitutiven und disziplinprägenden, Kompetenzen zu spezifizieren und es ist abzugrenzen, wie sich Modellierungskompetenz von Kompetenzen anderer Disziplinen unterscheidet. Das geht einher mit einer Ausarbeitung des übergeordneten Bildungsanspruchs, der die Stellung der konzeptuellen Modellierung im Curriculum der universitären Studiengänge Informatik und Wirtschaftsinformatik begründet. Auf der anderen Seite sollen im Rahmen der kompetenzorientierten Lehre konkrete, überprüfbare Lernziele angegeben werden [KI03]. Dies ist keine einfache Aufgabe, denn es besteht die Gefahr der Trivialisierung und des Reduktionismus, da einzelne konkrete Lernziele die Komplexität der Modellierungskompetenz nicht hinreichend ausdrücken können. Einige Kompetenzen lassen sich möglicherweise nicht sinnvoll aufschlüsseln und können nur durch intensive Auseinandersetzung mit den Lerninhalten erworben werden [Wi08, Kr10]. Um einem derartigen Reduktionismus entgegenzuwirken, wird zuweilen vorgeschlagen, Kompetenzen sollen „eine Hierarchie bilden, an dessen oberster Stelle die für das jeweilige Fach spezifischen kritischen und wissenschaftlichen Fähigkeiten stehen“ [Kr10]. Einen ersten Schritt zu einem solchen hierarchischen Ansatz werden wir in diesem Beitrag verfolgen, indem wir auf einer hohen Abstraktionsebene *Kompetenzfelder* herausarbeiten, die für die konzeptuelle Modellierung prägend sind (Abschnitt 3) und exemplarisch aufzeigen, wie diese übergeordneten Kompetenzfelder im Kontext einer spezifischen Lerneinheit zur Spezifikation konkreter und überprüfbarer *Lernziele* eingesetzt werden können (Abschnitt 4).

### 3 Kompetenzfelder der konzeptuellen Modellierung

**Kompetenzfeld „Kritisches Denken“** Wir betrachten noch einmal den skizzierten Modellierungsprozess zur Datenmodellierung einer Universitätsbibliothek. Wie können die getätigten Gedankengänge charakterisiert werden? Charakteristisch ist eine allgemeine Haltung des Hinterfragens und der Reflexion; immer wieder wird gefragt: Was habe ich übersehen? Kann man die Dinge auch anders auffassen? Welche Möglichkeiten gibt es? Sind meine Entscheidungen sinnvoll? Derartige Reflexionen werden zuweilen unter dem Begriff *kritisches Denken* zusammengefasst. Kritisches Denken ist ein Denken, das (universitäre) Bildung, manchmal zugespitzt charakterisiert als der Erwerb „eines reflektierten Verhältnisses zu sich, zu anderen und zu der Welt“, besonders auszeichnet. Es handelt sich dabei um ein disziplinübergreifendes Bildungsziel, eine Schlüsselkompetenz, die sich besonders in der konzeptuellen Modellierung manifestiert und für diese unabdingbar ist. Gleichzeitig ist die konzeptuelle Modellierung durch ihre Schlüsselrolle in der Systemanalyse und dem Systementwurf eine sehr praxisorientierte Tätigkeit, sodass sie, wie vielleicht kaum eine andere Disziplin, den praktischen Nutzen abstrakter Bildungsziele verkörpert und ein Paradebeispiel für den Wert akademischen Denkens und universitärer Bildung für die Berufspraxis in Wirtschaftsunternehmen darstellt. Ein Kompetenzmodell für die Modellierung sollte also die für die Modellierung spezifischen Aspekte kritischen Denkens herausarbeiten. Für das kritische Denken existieren bereits Kompetenzmodelle: Ennis stellt

dazu 12 Denkhaltungen bzw. Einstellungen („dispositions“) und 18 Fähigkeiten („abilities“) heraus [En15]. Unter den Denkhaltungen finden sich beispielsweise der Versuch, gut informiert zu sein (disposition 3), eine offene Einstellung, andere Standpunkte ernsthaft in Erwägung zu ziehen und vorschnelle Urteile zu vermeiden, solange keine hinreichende Beweislage und Begründung vorliegt (disposition 8) und der Versuch, es „richtig“ zu machen, soweit dies möglich oder machbar ist (disposition 11). Die Bedeutung der von Ennis aufgestellten Denkhaltungen (auch der hier nicht wiedergegebenen Aspekte) für die Modellierung ist leicht ersichtlich. Unter den von Ennis identifizierten Fähigkeiten („abilities“) befindet sich u.a. die Fähigkeit, Argumente zu analysieren (ability 2), Begriffe zu definieren und Definitionen zu beurteilen (ability 11) sowie unausgesprochene Annahmen zu erkennen und zu beurteilen (ability 13). Diese Kompetenzen kommen bereits dem fachlichen Kern der Modellierung nahe. Es handelt sich dabei insbesondere um sprachliche Kompetenzen, welche wir einem eigenständigen übergeordneten Kompetenzfeld zuordnen.

**Kompetenzfeld „Sprache und Argumentation“** Die zentrale Rolle der Sprachkompetenz bei der Erstellung konzeptuelle Modelle wird in der Modellierungsforschung bereits thematisiert [Or05, Or02, WOI04, He06, Fr09]. Ein wichtiger Bestandteil dieses Kompetenzfelds betrifft die *Begriffsbildung*. Ortner präzisiert sehr eindrücklich die in diesem Zusammenhang durchzuführenden Aufgaben eines Modellierers und fasst unter anderem folgende Teilaufgaben der Begriffsbildung zusammen: Synonyme (verschiedener Wörter mit gleicher Bedeutung) sind zu kontrollieren, Homonyme (Wörter, die gleich geschrieben und gesprochen werden, aber verschiedene Bedeutungen besitzen, z.B. „Steuer“ als Lenkvorrichtung oder als Abgabe an den Staat) sind zu beseitigen, Äquipollenzen (dieselben Objekte werden unter verschiedenen „Blickwinkeln“ betrachtet, z.B. Warenkonto als wertmäßige und Lagerbestand als mengenmäßige Betrachtung derselben Objekte) sind aufzudecken, Vagheiten sind zu klären und falsche Begriffe sind zu ersetzen [Or05, S. 68f]. Neben der Begriffsbildung sind bei der konzeptuellen Modellierung weitere sprachliche Kompetenzen gefragt. Im Rahmen der Erhebung ist damit zu rechnen, dass in Gesprächen und Dokumenten unscharfe, widersprüchliche und teilweise irreführende Aussagen getätigt werden. Eine Integration und Analyse dieser Aussagen erfordert Kompetenzen der *argumentativen Logik*, z.B. sind argumentative Lücken, implizite Annahmen und Widersprüche aufzudecken, Kernaussagen sind herauszuarbeiten und zu präzisieren, fehlerhafte Schlussfolgerungen zu erkennen, Missverständnisse aufzuklären.

**Kompetenzfeld „Denken in Strukturen“** Kritisches Denken und Sprachkompetenz charakterisieren bereits einen bedeutenden Teil von dem, was Modellierungskompetenz ausmacht. Diese Charakterisierung ist jedoch nicht vollständig: Andere intellektuelle Tätigkeiten erfordern diese (Schlüssel)kompetenzen in ähnlicher Weise wie die Modellierung, z.B. sind diese Kompetenzen genauso notwendig für die Begriffsanalyse der Philosophie [Pf13, S. 69ff] oder die Taxonomiebildung der qualitativen Sozialforschung [MF19, S. 44ff]. Es stellt sich die Frage, was die konzeptuelle Modellierung von diesen und ähnlichen Tätigkeiten

abgrenzt. Ein solcher Aspekt betrifft die disziplinierte Verwendung definierter Sprachkonzepte, wie der des Entitätstyps, Beziehungstyps und Attributs bei der Modellierung mit der Modellierungssprache „Entity-Relationship Model“. Diese Sprachkonzepte geben Primitive vor, mit denen über eine Diskurswelt nachgedacht wird, lenken das Denken in eine Richtung und erzwingen eine präzise und zielgerichtete Denkweise. Damit geht die Betrachtung verschiedener Abstraktionsebenen einher, insbesondere der Unterscheidung von Schema und Ausprägung, bzw. von Menge (Entitätstyp) und Mengenelement (Entität). Das Denken auf verschiedenen Abstraktionsebenen ist für den Modellierungsprozess charakteristisch (vgl. [ST95]). Dabei treten besondere Schwierigkeiten auf, zum Beispiel stellt sich heraus, dass unerfahrene Modellierer Schwierigkeiten bei der Spezifikation der Kardinalitäten von Beziehungstypen haben [RSS23]: Angenommen, wir haben im Bibliotheksbeispiel einen Entitätstyp „Ausleihe“ und legen die Kardinalität für den Beziehungstyp fest, der die Ausleihe mit einem Exemplar in Beziehung setzt, es soll also festgelegt werden, auf wie viele Ausleihen sich ein spezifisches Exemplar bezieht. Viele Studierende argumentieren (inkorrektweise), dass, weil ein Exemplar zum selben Zeitpunkt nicht mehrfach ausgeliehen werden kann, die korrekte Kardinalität „1,1“ wäre, also „ein Exemplar partizipiert in genau einer Ausleihe“. In der Mengeninterpretation des „Entity-Relationship Models“ [Ch76] stellt die Kardinalität eine Restriktion an die Beziehungsmenge dar und eine Kardinalität von maximal eins bedeutet, dass ein Exemplar insgesamt nur an einer einzigen Ausleih-Beziehung (einem Tupel aus spezifischem Exemplar und spezifischer Ausleihe) teilnehmen und daher auch nach Rückgabe nicht mehr ausgeliehen werden kann. Derartige Analysen der Mengenstrukturen und Instanziierungen, die insbesondere für die Implementierung in Datenbanken (Datenmodellierung), Softwaresystemen (objektorientierte Modellierung) oder „Process Engines“ (Prozessmodellierung) notwendig sind, stellen ein weiteres Kompetenzfeld der Modellierung dar, das sich von den bisherigen Kompetenzfeldern abgrenzt. Es handelt sich dabei um ein präzises, logisches Denken mit Bezug auf abstrakte Strukturen, das auch anderen Teilgebieten der Informatik, der technischen und theoretischen Informatik, innewohnt. Wir charakterisieren diese Kompetenzen (vorerst) als „Denken in Strukturen“, ein Kompetenzfeld, das sicherlich weiterer Charakterisierung und Präzisierung bedarf.

**Kompetenzfeld „Kommunikation“** Modellieren ist eine Aktivität, die selten alleine „im stillen Kämmerlein“ vollzogen wird. In vielen Situationen werden Modelle im gemeinsamen Diskurs mit Vertretern verschiedener Berufs- und Interessengruppen erstellt. Oft ist es gerade ein Ziel, eine gemeinsame unternehmensweite Sprache zu entwickeln, um Missverständnisse zwischen Abteilungen zu vermeiden und Probleme aufzulösen, die z.B. dadurch entstehen, dass die Akteure „unterschiedliche Sprachen sprechen“. Interessengruppen können divergierende Auffassungen der betrieblichen Realität vertreten, was zu Konflikten führen kann (vgl. [HKL95]). In diesen Situationen sind Kommunikations- und Sozialkompetenzen notwendig, Konfliktlösung, Durchsetzungsfähigkeit, eventuell auch ein gewisses Gespür für soziale Befindlichkeiten, Machtgefüge und potentielle Widerstände (insbesondere, wenn eine Reorganisation der Prozesse angestrebt wird, vgl. [Vi85]).

**Kompetenzfeld „Domänenverständnis“** Ein konzeptuelles Modell kann nur auf der Grundlage eines differenzierten Verständnisses der zu modellierenden Domäne angemessen erstellt und beurteilt werden. Fehlt dieses Verständnis, lassen sich weder die Plausibilität der zugrunde liegenden Annahmen noch die Vollständigkeit der erfassten Aspekte zuverlässig prüfen, Aussagen von Gesprächspartnern können nicht angemessen eingeordnet und Abweichungen der modellierten Prozesse von der Norm nicht erkannt werden. Da niemand in allen möglichen Domänen Experte sein kann, ist die Fähigkeit und Bereitschaft, sich neue Domänen selbstständig zu erschließen, ein zentraler Aspekt von Modellierungskompetenz (vgl. Überlegungen zum kritischen Denken). Von Absolventinnen und Absolventen eines Studiengangs der Wirtschaftsinformatik wird jedoch erwartet, dass sie insbesondere mit betriebswirtschaftlichen Themen vertraut sind, die Fachsprache der Unternehmenspraxis beherrschen und so über die notwendige Grundlage verfügen, in einen fachlich fundierten Diskurs mit Domänenexperten einzutreten.

#### **4 Operationalisierung von Modellierungskompetenz in Lernzielen**

**Kompetenzfelder, Lernziele und Lerninhalte** Die genannten Kompetenzfelder beschreiben – nach unserem Verständnis – wesentliche disziplinprägende Kompetenzen der konzeptuellen Modellierung und stellen einen ersten Ordnungsrahmen dar, um die Komplexität des Konstrukts „Modellierungskompetenz“ durch dessen analytische Zerlegung in Teilaspekte zu strukturieren und handhabbar zu machen. Ein Kompetenzmodell soll die Gestaltung von Lernangeboten unterstützen. Zur Gestaltung von Lernangeboten unterscheidet die Didaktik verschiedene Entscheidungsfelder: Das Berliner Modell nach Heimann [He56] differenziert Lerninhalte (was?), Lernziele (warum?), Lernmethoden (wie?) und Medien (womit?), die aufeinander abgestimmt werden, um ein durchdachtes Lernangebot zu erarbeiten. Lernmethoden und Medien (das *Wie* und *Womit*) blenden wir vorerst aus und fokussieren in diesem Beitrag Lerninhalte und Lernziele – also darauf, was gelernt wird und warum. Lernziele sind dabei als operationalisierte Modellierungskompetenz zu verstehen und geben an, wozu die Auseinandersetzung mit einem bestimmten Lerninhalt dient. Eine umfassende Auflistung aller möglichen Lernziele der konzeptuellen Modellierung ist dabei aufgrund des Umfangs und der Komplexität des Themas nicht durchführbar (allein zur Auswahl, Bedienung und Evaluation von Modellierungswerkzeugen lassen sich viele Lernziele auf verschiedenen Niveaustufen spezifizieren), daher ist es sinnvoller, Lerninhalte und Lernziele für eine spezifische Lerneinheit (z. B. eine 2-stündige universitäre Übung) festzulegen. Dabei kann in Anlehnung an die Anderson-Krathwohl-Taxonomie tabellarisch vorgegangen werden: Jeder Lerninhalt der Lerneinheit (z. B. ein bestimmtes Analysemuster der Datenmodellierung) stellt eine Zeile dar und zugehörige Lernziele werden in den entsprechenden Spalten der genannten sechs Niveaustufen spezifiziert (erinnern, verstehen, anwenden, analysieren, evaluieren, erschaffen). Die im vorigen Abschnitt erarbeiteten Kompetenzfelder dienen dabei dazu, die Auseinandersetzung mit einem Lerninhalt zu begründen, diesen zu konkretisieren und die mit der Auseinandersetzung verbundenen konkreten Lernziele festzulegen. Damit liefern die Kompetenzfelder eine übergeordnete

Zielsetzung und unterstützen dabei, das Wesentliche im Blick zu behalten und die Lerneinheit im größeren Rahmen zu verorten: Inwiefern fördert die Lerneinheit kritisches Denken, Struktur- und Sprachkompetenz, Kommunikation und Domänenverständnis? Im Folgenden werden wir exemplarisch die Planung von Lernzielen für einen konkreten Lerninhalt auf Grundlage der erarbeiteten Kompetenzfelder darstellen.

### **Exemplarische Spezifikation von Lernzielen auf Grundlage der Kompetenzfelder**

Zur Illustration betrachten wir exemplarisch eine Lerneinheit für Studierende in einem grundständigen Studiengang der Wirtschaftsinformatik, in der die Auseinandersetzung mit einem spezifischen Muster der Datenmodellierung als Lerninhalt thematisiert wird: die Trennung von konkretem Exemplar und abstraktem Produkttyp (im dargestellten Beispiel der Universitätsbibliothek: Exemplar und Publikation). (Modellierungs-)Muster stellen erfahrungsbewährte Modellierungslösungen für wiederkehrende Modellierungsherausforderungen dar [Al77, Fo97]. So findet das genannte Muster Anwendung in verschiedenen Kontexten, insbesondere in der Verwaltung von Lagerbeständen in Handelsunternehmen (zu einem Laptop-Typ mit einer bestimmten Artikelnummer gibt es mehrere Laptop-Exemplare mit jeweils Exemplar-spezifischer Seriennummer). Um Lernziele für diesen Lerninhalt zu formulieren, orientieren wir uns an den vorgestellten Kompetenzfeldern. Zunächst betrachten wir die *strukturelle Ebene*: Dabei ist zu verstehen und zu analysieren, „wie das Muster funktioniert“ (*verstehen, analysieren*). Was passiert z.B., wenn Aspekte des Modells ausgelassen werden? Wird der Entitätstyp „Publikation“ in einem Datenmodell ausgelassen und die zugehörigen Attribute (Titel, Autor, Verlag, usw.) im Exemplar modelliert, kommt es zu Redundanzen (derselbe Titel wird bei jedem Exemplar der Publikation erneut eingegeben), wodurch die Datenintegrität gefährdet ist. Wird hingegen der Entitätstyp „Exemplar“ ausgelassen und nur die Publikation modelliert, ist die Bestandsmenge zahlenmäßig als Attribut der Publikation anzugeben. Dabei soll erkannt werden, dass dieses Modell nicht mit der Realität einer Bibliothek korrespondiert, da einzelne Exemplare mit einer Exemplar-spezifischen Signatur versehen und individuell auffindbar sind (und das nicht ohne Grund). Ist auf der strukturellen Ebene verstanden, wie das Muster funktioniert, können *sprachliche* und *domänenbezogene* Aspekte behandelt werden. Es stellt sich etwa die Frage, in welchen Fällen die Trennung zwischen Produkttyp und Exemplar sinnvoll ist und in welchen Fällen das nicht der Fall ist (*evaluieren*). Werden im Kontext eines Schreibwarenhandels individuelle Kugelschreiber oder Papierblöcke als Exemplare unterschieden oder wird nur die zahlenmäßige Bestandsmenge eines bestimmten Kugelschreibertyps festgehalten? Wie gestaltet sich das in anderen Branchen, zum Beispiel im Elektronikhandel? Werden einzelne Exemplare eines Laptops auseinandergehalten? Lassen sich Kriterien entwickeln (*erschaffen*), in welchen Fällen individuelle Exemplare modelliert werden und in welchen nicht? Zudem ist die Fachsprache im Kontext betrieblicher Informationssysteme, z.B. der Artikelverwaltung in Handelsinformationssystemen, zu klären. In der Literatur findet man Begriffe wie „Produkt“, „Artikel“, „Stock-Keeping-Unit“, „Variante“, selbst „Seriennummer“ (nicht als Attribut, sondern als Synonym für ein Exemplar). Wie stehen diese Begriffe zueinander in Beziehung und wie sind sie im Schema Produkttyp-Exemplar einzuordnen? Das Nachdenken über

diese Themen führt zu Überlegungen der praktischen Umsetzung: Wie werden Artikel im Handel eigentlich identifiziert? Identifizieren Strichcodes (EAN/GTIN) einzelne Exemplare oder Produkttypen/Artikel? Derartige Fragen betreffen nicht nur Sprach- und Domänenkompetenz, sondern setzen darüber hinaus kritisches Denken voraus. *Kritisches Denken* geht dabei jedoch noch weiter: Das Ziel ist nicht nur, Lernende dazu zu bringen, vorgegebene Fragen zu beantworten, sondern auch, sie dazu anzuregen, derartige Fragen selbst zu stellen und eigenständig über das Thema nachzudenken, denn dieses eigenständige Denken ist für die Erstellung zweckangemessener konzeptueller Modelle unbedingt erforderlich (etwa die Frage danach, ob es für Artikelnummern standardisierte Systematiken und Vergabeverfahren gibt und wie diese anzuwenden sind). Je nachdem zu welchem Zeitpunkt im Lernprozess die Lerneinheit geplant ist, sind die Ziele diesbezüglich mehr oder weniger hoch zu setzen: Zu Beginn des Lernprozesses können gezielte Leitfragen Möglichkeiten aufzeigen, wie über das Thema nachgedacht werden kann (*verstehen, analysieren*), in fortgeschritteneren Lerneinheiten können Studierende zunehmend selbstständig agieren (*evaluieren, erschaffen*). *Kommunikationskompetenz* kann gefördert werden, indem Begründungen nachvollziehbar (schriftlich und mündlich) dargelegt werden und im Diskurs mit anderen Lernenden und der Lehrkraft Argumente und Gegenargumente für Modellierungsentscheidungen erörtert werden, um einen gemeinsamen Konsens zu schaffen.

## 5 Diskussion

Durch die Spezifikation disziplinprägender Kompetenzfelder der konzeptuellen Modellierung wird ein Zugang zu einer Fachdidaktik der konzeptuellen Modellierung gewählt, der einen Blick auf das Wesentliche ermöglicht und Lehrkräfte dabei unterstützt, zielgerichtet Lernangebote zu gestalten, die einen ganzheitlichen Ansatz verfolgen und auf den Erwerb fortgeschrittener Modellierungskompetenz zielen. Das vorgestellte Kompetenzmodell erhebt dabei keinen Anspruch auf Vollständigkeit: Wir integrieren Aspekte wie Sprachkompetenz und kritisches Denken, die aus unserer Sicht wesentliche Kompetenzfelder der konzeptuellen Modellierung darstellen, jedoch in bestehenden Lernangeboten und Kompetenzmodellen nicht hinreichend aufgegriffen werden. Der Beitrag stellt damit eine Ergänzung zu bestehenden Arbeiten zum Thema Modellierungskompetenz dar und nimmt eine komplementäre, abstrakte Perspektive ein, die den Blick auf die zentralen Herausforderungen richtet, die mit dem Erlernen der konzeptuellen Modellierung einhergehen. Um Modellierungskompetenz zu vermitteln, sind geeignete Lernmethoden einzusetzen, die kritisches Denken fördern und Studierende dazu anregen, selbstbestimmt und reflektiert zu modellieren. Dazu werden in der Modellierungsforschung bereits verschiedene lernparadigmatische Ansätze verfolgt, z.B. in der Denkrichtung des Konstruktivismus (vgl. [RTS19]), die in zukünftigen Arbeiten mit Blick auf die anvisierten Kompetenzfelder weiterzudenken sind. Die vorgestellten Kompetenzfelder sind als Vorüberlegung und Rahmen aufzufassen, an dem sich die Entwicklung didaktischer Lernangebote für die konzeptuelle Modellierung durch Spezifikation von Lerninhalten, Lernzielen, Lernmethoden und Lernmedien orientieren kann.

## Literaturverzeichnis

- [AK01] Anderson, Lorin W.; Krathwohl, David R., Hrsg. A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. Longman, New York, complete ed. Auflage, 2001.
- [Al77] Alexander, Christopher: A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction. Oxford university press, 1977.
- [Bo19] Bork, Dominik: A Framework for Teaching Conceptual Modeling and Metamodeling Based on Bloom's Revised Taxonomy of Educational Objectives. 52nd Hawaii International Conference on System Sciences, HICSS 2019, Grand Wailea, Maui, Hawaii, USA, S. 1–10, 2019.
- [BS19] Bogdanova, Daria; Snoeck, Monique: CaMeLOT: An Educational Framework for Conceptual Data Modelling. Information and Software Technology, 110:92–107, Juni 2019.
- [Ch76] Chen, Peter P.: The Entity-Relationship Model - toward a Unified View of Data. ACM Transactions on Database Systems, 1(1):9–36, 1976.
- [El11] Elmasri; Navathe; Shafir, Angelika; Elmasri, Ramez: Grundlagen von Datenbanksystemen. Pearson Studium, bachelorausg., 3., aktualisierte aufl.. Auflage, 2011.
- [En15] Ennis, Robert H: Critical Thinking: A Streamlined Conception. In: The Palgrave Handbook of Critical Thinking in Higher Education, S. 31–47. Springer, 2015.
- [Fo97] Fowler, Martin: Analysis Patterns: Reusable Object Models. Addison-Wesley Professional, 1997.
- [Fr09] Frank, Ulrich: Reflexionen zur sprachlichen Konstruktion von Informationssystemen. In (Heinemann, Elisabeth, Hrsg.): Anwendungsinformatik. Die Zukunft des Enterprise Engineering, S. 37–50. Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co KG, 2009.
- [FS25] Frank, Ulrich; Strecker, Stefan: Konzeptuelle Modellierung: Wegbereiter der digitalen Transformation. De Gruyter Oldenbourg, 2025. Derzeit vom Verlag angekündigt; unveröffentlichte Manuskriptfassung verwendet.
- [Ga16] Gantert, Klaus: Bibliothekarisches Grundwissen. Walter de Gruyter GmbH & Co KG, 2016.
- [Ge24] Gesellschaft für Informatik e.V., Wissenschaftliche Kommission Wirtschaftsinformatik, Die Wirtschaftsinformatik e.V.: Rahmenempfehlung Für Studiengänge in Wirtschaftsinformatik an Hochschulen. Bericht, 2024.
- [Gr98] Group, IFLA Study: Functional Requirements for Bibliographic Records, Jgg. 19. De Gruyter Saur, 1998.
- [He56] Heimann, Paul: Vergleichende Unterrichtslehre. Ihre Möglichkeiten Und Methoden. Vergleichende Erziehungswissenschaft. Berlin, 1956.
- [He06] Heinemann, Elisabeth, Hrsg. Sprachlogische Aspekte rekonstruierten Denkens, Redens und Handelns. DUV, Wiesbaden, 2006.
- [HKL95] Hirschheim, R. A.; Klein, Heinz-Karl; Lyytinen, Kalle: Information Systems Development and Data Modeling: Conceptual and Philosophical Foundations. Cambridge University Press, Cambridge ; New York, 1995.

- [Ke21] Kerres, Michael: Didaktik. Lernangebote Gestalten. utb, 2021.
- [KH08] Klieme, Eckhard; Hartig, Johannes: Kompetenzkonzepte in den Sozialwissenschaften und im erziehungswissenschaftlichen Diskurs. In (Prenzel, Manfred; Gogolin, Ingrid; Krüger, Heinz-Hermann, Hrsg.): Kompetenzdiagnostik, S. 11–29. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, 2008.
- [KI03] Klieme, Eckhard; Avenarius, Hermann; Blum, Werner; Döbrich, Peter; Gruber, Hans; Prenzel, Manfred; Reiss, Kristina; Riquarts, Kurt; Rost, Jürgen; Tenorth, Heinz-Elmar; Vollmer, Helmut J.: Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards. Eine Expertise, 2003.
- [Kr10] Kruse, Otto: Kritisches Denken Als Leitziel Der Lehre: Auswege Aus Der Verschulungsmisere. Die Hochschule, 19:77–86, 2010.
- [Ku11] Kultusministerkonferenz: Handreichung Für Die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen Der Kultusministerkonferenz Für Den Berufsbezogenen Unterricht in Der Berufsschule Und Ihre Abstimmung Mit Ausbildungsordnungen Des Bundes Für Anerkannte Ausbildungsberufe, 2011.
- [MF19] Mayring, Philipp; Fenzl, Thomas: Qualitative Inhaltsanalyse. In (Baur, Nina; Blasius, Jörg, Hrsg.): Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung, S. 633–648. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, 2019.
- [Or02] Ortner, Erich: Sprachingenieurwesen: Empfehlung zur inhaltlichen Weiterentwicklung der (Wirtschafts-)Informatik. Informatik-Spektrum, 25(1):39–51, Februar 2002.
- [Or05] Ortner, Erich: Sprachbasierte Informatik: Wie man mit Wörtern die Cyber-Welt bewegt. Eagle 25. Edition am Gutenbergplatz, Leipzig, 2005.
- [Pf13] Pfister, Jonas: Werkzeuge Des Philosophierens: Pfister, Jonas–Logik Und Ethik–2., Durchges. Reclam Verlag, 2013.
- [Ro71] Roth, Heinrich: Pädagogische Anthropologie. Schrödel, Hannover, 1971.
- [RSS23] Rosenthal, Kristina; Strecker, Stefan; Snoeck, Monique: Modeling Difficulties in Creating Conceptual Data Models: Multimodal Studies on Individual Modeling Processes. Software and Systems Modeling, 22(3):1005–1030, Juni 2023.
- [RTS19] Rosenthal, Kristina; Ternes, Benjamin; Strecker, Stefan: Learning Conceptual Modeling: Structuring Overview, Research Themes and Paths for Future Research. Proceedings of the 27th European Conference on Information Systems (ECIS), Stockholm & Uppsala, Sweden, 2019.
- [Sc12] Schaper, Niclas; Reis, Oliver; Wildt, Johannes; Horvath, Eva; Bender, Elena: Fachgutachten Zur Kompetenzorientierung in Studium Und Lehre. HRK projekt nexus, S. 1–148, 2012.
- [So22] Soyka; Schaper; Striewe; Ullrich: Kompetenzmodell Für Die Grafische Modellierung (Kompakt), 2022.
- [So23] Soyka, Chantal; Schaper, Niclas; Bender, Elena; Striewe, Michael; Ullrich, Meike: Toward a Competence Model for Graphical Modeling. ACM Transactions on Computing Education, 23(1):1–30, März 2023.

- [SRT21] Strecker, Stefan; Rosenthal, Kristina; Ternes, Benjamin: Studying Conceptual Modeling Processes: A Modeling Tool, Research Observatory, and Multimodal Observation Setup. In: *Market Engineering: Insights from Two Decades of Research on Markets and Information*, S. 99–111. 2021.
- [SS24] Soyka, Chantal; Schaper, Niclas: Analyzing Student Response Processes to Refine and Validate a Competency Model and Competency-Based Assessment Task Types. *Frontiers in Education*, 9:1397027, Juni 2024.
- [ST95] Srinivasan, Ananth; Te'eni, Dov: Modeling as Constrained Problem Solving: An Empirical Study of the Data Modeling Process. *Management Science*, 41(3):419–434, 1995.
- [Vi85] Vitalari, Nicholas P.: Knowledge as a Basis for Expertise in Systems Analysis: An Empirical Study. *MIS Quarterly*, 9(3):221, September 1985.
- [We01] Weinert, Franz Emanuel: Vergleichende Leistungsmessung in Schulen–Eine Umstrittene Selbstverständlichkeit. In: *Leistungsmessungen in Schulen*, S. 17–32. Beltz, 2001.
- [Wi08] Willingham, Daniel T.: Critical Thinking: Why Is It So Hard to Teach? *Arts Education Policy Review*, 109(4):21–32, März 2008.
- [Wi12] Wilmont, Ilona; Barendsen, Erik; Hoppenbrouwers, Stijn; Hengeveld, Sytse: Abstract Reasoning in Collaborative Modeling. In: *2012 45th Hawaii International Conference on System Sciences*. IEEE, Maui, HI, USA, S. 170–179, Januar 2012.
- [WOI04] Wedekind, H.; Ortner, E.; Inhetveen, R.: Informatik als Grundbildung. *Informatik-Spektrum*, 27(2):172–180, April 2004.
- [ZJ13] Zschau, Jobmann: *Auf Dem Weg Zur Demokratischen Bibliothek: Aktuelle Perspektiven, Gefahren Und Chancen*. Dissertation, Freie Universität Berlin, 2013.