Tagungsband

HDI 2023

Hochschuldidaktik Informatik

13. – 14. September 2023
in Aachen

FernUniversität in Hagen

Jörg Desel & Simone Opel (Hrsg.)

10. Fachtagung Hochschuldidaktik Informatik (HDI) 2023

13. – 14. September 2023
in Aachen

Vollständiger Abdruck der Konferenzbeiträge

Vorwort

Die „*Fachtagung für Hochschuldidaktik der Informatik*“ (HDI) hat sich als die deutschsprachige Konferenz für hochschuldidaktische Aspekte im Bereich Informatik etabliert. Sie findet meist alle zwei Jahre statt, zuletzt 2021 in Dortmund, und nun zusammen mit der DELFI („Fachtagung Bildungstechnologien“) in Aachen.

Wir feiern ein kleines Jubiläum, denn die HDI 2023 ist die zehnte Auflage dieser Tagungsreihe, die verwaltet wird vom Fachbereich „Informatik in der Ausbildung / Didaktik der Informatik“ der Gesellschaft für Informatik e.V.

In diesem Jahr lautet das Schwerpunktthema der Tagung „*Curriculumsentwicklung von Informatikstudiengängen*“. Die in der Anwendungspraxis relevanten Themen der Informatik erweitern sich rapide. So wird man zum Beispiel heute erwarten, dass jeder Absolvent etwas von Machine Learning und Data Science versteht sowie die Funktionsweise von ChatGPT grob erklären kann. Zudem gibt es mit diesen neuen Technologien auch neue Anforderungen an überfachliche Kompetenzen im Informatikstudium, denn sie prägen die Gesellschaft in zunehmendem Maße – und keiner kann die Entwicklung der nächsten Jahrzehnte voraussehen.

Neben gesellschaftlichen, ethischen und juristischen Aspekten wird immer mehr die Forderung laut, dass auch (oder vielleicht gerade) Informatiker Fragen der Nachhaltigkeit im Blick behalten sollen – sei es bei Informatiksystemen oder beim Einsatz der Informatik in anderen Bereichen.

Die Zunahme von Themen und die Erweiterung der Methoden von rein informatischen auf Methoden anderer Wissenschaften lässt Informatik immer mehr zu einem interdisziplinären Fach werden, mit Schnittstellen in den mathematisch/logischen, in den technischen, aber auch in den gesellschaftswissenschaftlichen Bereich. Das Profil der Studierenden ändert sich entsprechend, vielleicht auch das Image der Studiengänge.

Wenn aber so viel Neues hinzukommt, muss auch etwas weichen. Aber was hat sich überlebt? Oft werden Teilbereiche der Theoretischen Informatik genannt, aber umgekehrt sind Menschen mit einem soliden Theorie-Background später besonders erfolgreich. Zwar muss niemand in der Praxis Turingmaschinen programmieren oder Nichtexistenzbeweise führen, aber offenbar sind diese Fertigkeiten nützlich für eine Informatiker-Karriere. Oder ist dies vielleicht nur die Fähigkeit zur Abstraktion, die man auch in einem Mathematikstudium erwirbt und die man auch in einen moderneren Zusammenhang stellen kann, zum Beispiel in Machine Learning Verfahren?

Viele Beiträge der Tagung widmen sich diesen Aspekten in der einen oder anderen Weise, zum Beispiel bei der didaktischen Betrachtung von Informatik und Gesellschaft, bei der Lehre von Künstlicher Intelligenz oder konkret bei der Curriculumsgestaltung spezialisierter Studiengänge.

Auf der Tagung selbst wird es die Gelegenheit geben, diese Ansätze zusammenzuführen und zu diskutieren. Traditionell gibt es bei der HDI zwei Einreichungsformate:

Wissenschaftliche Beiträge und Praxisbeiträge (mit etwas geringerem Umfang). Aus den wissenschaftlichen Beiträgen werden im Anschluss an die Tagung Aufsätze ausgesucht, die in erweiterter Form zu einem Journal-Band in der Reihe *Commentarii Informaticae Didacticae* erscheinen werden. In diesem Jahr wurden 32 Arbeiten eingereicht, aus denen acht wissenschaftliche Beiträge und neun Praxisbeiträge ausgesucht wurden, was einer Annahmequote von etwas mehr als 50% entspricht. Alle angenommenen Beiträge sind in diesem Band abgedruckt und werden auf der Tagung präsentiert und diskutiert.

Wir danken allen Autorengruppen, aber insbesondere auch den Mitgliedern des Programmkomitees und weiteren Gutachtern. Jede Arbeit wurde dreifach begutachtet, und die Autoren erhielten nützliche Hinweise zur Verbesserung ihrer Arbeiten. Bereits an dieser Stelle danken wir auch den Organisatoren der beiden Tagungen DELFI und HDI 2023 in Aachen – denn sie schaffen den Rahmen für eine fruchtvolle Diskussion.

Für die Leitung des Programmkomitees

Hagen, 15.08.2023 Jörg Desel und Simone Opel

Tagungsleitung

Konferenzleitung:	Ulrik Schroeder, RWTH Aachen Jörg Desel, FernUniversität in Hagen
Organisationsleitung:	Simone Opel, FernUniversität in Hagen
Leitung Programmkomitee:	Jörg Desel, FernUniversität in Hagen Simone Opel, FernUniversität in Hagen

Programmkomitee

- Nadine Bergner, TU Dresden
- Torsten Brinda, Universität Duisburg Essen
- Jörg Desel, FernUniversität in Hagen (Vorsitz)
- Ira Diethelm, Universität Oldenburg
- Jörg Haake, FernUniversität in Hagen
- Andrea Kienle, Fachhochschule Dortmund
- Thiemo Leonhardt, TU Dresden
- Agathe Merceron, Berliner Hochschule für Technik
- Simone Opel, FernUniversität in Hagen (Vorsitz)
- Axel Schmolitzky, HAW Hamburg
- Ulrik Schroeder, RWTH Aachen
- Andreas Schwill, Universität Potsdam
- Niels Seidel, FernUniversität in Hagen
- Jan Vahrenhold, Westfälische Wilhelms-Universität Münster
- Karsten Weicker, HTWK Leipzig
- Olaf Zukunft, HAW Hamburg

Inhalt

I Keynotes

Johan Jeuring **3**
Automatic feedback and hints on steps students take when learning how to program

Christoph Meinel **5**
MOOCs – ein Schlüssel zur digitalen Bildung

II Informatik für alle/Konsequenzen für die Lehrkräftebildung

Wolf Spalteholz, Thiemo Leonhardt und Nadine Bergner **9**
Digitalisierungsbezogene Kompetenzen: Sichtweisen von Lehrkräften auf Medien-, Anwendungs- und Informatikkompetenzen

Daniel Braun, Melanie Seiss und Barbara Pampel **23**
Informatik-Grundlagen für Lehrkräfte aller Fächer: Eine Befragung von Lehramtsstudierenden zu Relevanz und eigenen Kompetenzen

Franziska Davieds, Lutz Hellmig und Alke Martens **39**
Informatische Grundbildung im Lehramtsstudium – Konzeption und Erkenntnisse aus einem Pilotprojekt

III Lehramtsstudiengänge der Informatik

Markus Sprenger, Nadine Bergner und Thiemo Leonhardt **51**
Informatik und Gesellschaft als Lerninhalt in Informatik-Lehramtsstudiengängen

Erik Marx und Nadine Bergner **65**
Seminarkonzept zur fachlichen und fachdidaktischen Qualifizierung von Informatiklehramtsstudierenden zum Thema KI

Christin Nenner und Nadine Bergner **75**
Seminar zur informatischen Bildung in der Grundschule

IV Studienganggestaltung und Studienwahl

Marcus Soll, Louis Kobras und Christian Lagod **89**
Gibt es ein Problemfach im Informatikstudium?

Florian Reuß **105**
Individuelle Faktoren bei Studienwahlmotiven in informatiknahen Studiengängen

Anke Manukjan, Michelle Ines Bieber und Johannes Schleiss **119**
Über die Curriculumwerkstatt zum Curriculum. Betrachtung anhand eines neuen Studiengangs an der Schnittstelle zwischen Künstlicher Intelligenz und Ingenieurwissenschaften

V Themen der Informatik und ihrer Vermittlung

Nils Pancratz und Vanessa Grave **131**
"Informatik und Gesellschaft" in der Hochschullehre: Eine Untersuchung von Modulhandbüchern ausgewählter Informatikstudiengänge an norddeutschen Universitäten

Christian Riedel, Axel Wiepke, Boris Jacob, Niklas Hartmann und Ulrike Lucke **145**
Recommendations for Using Data Management Plans in Academic Research Data Management Training

Karoline Busse und Arno Heinen **153**
Der Booksprint als agile didaktische Methode in der Lehre – ein Erfahrungsbericht

VI Unterstützung von Studierenden

Martin Weinert **165**
Verbesserung der Inanspruchnahme eines Peer-to-Peer-Unterstützungsangebotes zu einer Grundlagenvorlesung über Programmierung

Dominic Lohr, Marc Berges, Michael Kohlhase und Florian Rabe **179**
The Potential of Answer Classes in Large-scale Written Computer-Science Exams

Heinz-Josef Eikerling **191**
Problemorientiertes Lernen im Rahmen eines Semester-begleitenden Praxisprojektes zur Orientierung von Informatik-Studienanfängern/-innen

VII Kompetenzrahmung

Andrea Linxen, Simone Opel und Christian Beecks **203**
Piloting a competence network based on the Four Component Instructional Design model for data science teaching

Uwe Lorenz und Ralf Romeike **217**
AI-PACK – Ein Rahmen für KI-bezogene Digitalkompetenzen von Lehrkräften auf Basis von DPACK

Impressum **231**

I Keynotes

Automatic feedback and hints on steps students take when learning how to program

Johan Jeuring [1]

Abstract: Every year, millions of students learn how to write programs. Learning activities for beginners almost always include programming tasks that require a student to write a program to solve a particular problem. When learning how to solve such a task, many students need feedback on their previous actions and hints on how to proceed. For tasks such as programming, which are most often solved stepwise, the feedback should take the steps a student has taken towards implementing a solution into account, and the hints should help a student to complete or improve a possibly partial solution. There are many environments that support beginners learning how to program, including intelligent tutoring systems, online coding environments, tools based on large language models such as ChatGPT and Github Copilot, and educational games. Some of these learning environments give immediate automatic feedback on potentially partial student solutions and hints on how to proceed with a partial solution. Feedback and hints need to be of good quality to support learning. But when do students need feedback and hints when learning how to program, how should it be given, and how can it be automatically calculated? Designers of learning environments make different choices here. How can we evaluate the quality of the feedback and hints provided by the different learning environments? In this talk, I will give an overview of the approaches to automatic feedback and hints on programming steps, discuss our research on how to evaluate the quality of feedback and hints, and calculate them automatically. I will also take the opportunity to involve the audience in some of the dilemmas we are facing.

Keywords: Keynote; automatic feedback; support; programming; tutoring system

[1] Utrecht University, Department of Information and Computing Sciences, Utrecht, j.t.jeuring@uu.nl, ORCiD: 0000-0001-5645-7681

MOOCs – ein Schlüssel zur digitalen Bildung

Christoph Meinel [1]

Abstract: MOOCs — Massive Open Online Kurse -– bieten einen wichtigen Zugang zum Online-Lernen. Dank ihrer Social-Media-Funktionalitäten bieten sie die beim E-Learning häufig fehlende soziale Komponente. Lernende können Teil einer virtuellen Lerngemeinschaft werden und so sowohl ihre Lernmotivation als auch ihren Lernerfolg steigern. Im Vortrag wird am Beispiel der MOOC-Plattform openHPI.de des Hasso-Plattner-Instituts eingegangen auf die technische Entwicklung der Plattform und ihrer Funktionalitäten, auf die präsentierten Lernangebote zur digitalen Aufklärung, die große Resonanz im Bereich der Fort- und Weiterbildung und die Vision, MOOC-Plattformen zu vollständig digital operierende Universitäten auszubauen.

Keywords: Keynote; MOOC; virtuelles Lernen; Lernmotivation

[1] Universität Potsdam, Hasso-Plattner-Institut, Lehrstuhl Internet-Technologies und Systems, Rudolf-Breitscheid-Straße 187, 14482 Potsdam, christoph.meinel@hpi.de

II Informatik für alle/ Konsequenzen für die Lehrkräftebildung

Digitalisierungsbezogene Kompetenzen: Sichtweisen von Lehrkräften auf Medien-, Anwendungs- und Informatikkompetenzen

Wolf Spalteholz[1], Thiemo Leonhardt[2], Nadine Bergner[3]

Abstract:

Digitalisierungsbezogene Kompetenzen stellen Schlüsselkompetenzen dar und müssen von allen Kindern und Jugendlichen erworben werden. Diese setzen sich aus Medienkompetenzen (*M*), informatischen Kompetenzen (*I*) und Anwendungskompetenzen (*A*) zusammen. Damit diese in der Schule im Zusammenspiel vermittelt und angewendet werden können, müssen alle Lehrpersonen über eben diese verfügen und sie entsprechend einordnen können. Im Rahmen einer quantitativen Fragebogenstudie wurden Lehrkräfte (mit und ohne dem Fach Informatik) zu ihrer Zuordnung operationalisierter digitalisierungsbezogener Kompetenzen zu den Kategorien *M*, *I* und *A* befragt. Weiter wurde erhoben, in welchen Fächergruppen sie die Vermittlung dieser ansiedeln und wie sie sich selbst bezüglich dieser Kompetenzen einschätzen. Im Ergebnis wurde festgestellt, dass es bei den Kategorien *I* und *M* kaum Unterschiede zwischen Lehrkräften mit und ohne dem Fach Informatik bezüglich Fächer- und Kategorienzuordnungen gab, allerdings große Differenzen in der Selbsteinschätzung bei der Kategorie *I*. Bei den digitalisierungsbezogenen Kompetenzen der Kategorie *A* wurden jedoch größere Differenzen festgestellt und diese auch unterschiedlich eingeordnet.

Keywords: Lehrkräftebildung; digitalisierungsbezogene Kompetenzen; Medienkompetenzen; informatische Kompetenzen; Anwendungskompetenzen; Informatiklehrkräfte

1 Motivation und Einleitung

Digitalisierungsbezogene Kompetenzen wurden in der Europäischen Union als eine von acht Schlüsselkompetenzen für lebenslanges Lernen festgelegt [Fe13]. Sie wurden in diesem Zusammenhang als die Fähigkeit zur selbstbewussten, kritischen und kreativen Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien bezeichnet. Diese sollen die gesellschaftliche Teilhabe in allen Bereichen des Lebens ermöglichen. Die schulische Bildung ist hier ein entscheidender Eckpfeiler, damit Kinder und Jugendliche diese Kompetenzen aufbauen. Die daraus abgeleitete Konsequenz ist eine Stärkung der Lehramtsausbildung sowie der Ausbau

[1] TU Dresden, Professur für Didaktik der Informatik, Nöthnitzer Straße 46, 01187 Dresden, wolf.spalteholz@tu-dresden.de

[2] TU Dresden, Professur für Didaktik der Informatik, Nöthnitzer Straße 46, 01187 Dresden, thiemo.leonhardt@tu-dresden.de

[3] RWTH Aachen University, Professur für Didaktik der Informatik, Templergraben 55, 52062 Aachen, bergner@informatik.rwth-aachen.de

von Fortbildungen für Lehrkräfte an Schulen und Hochschulen hinsichtlich des Erwerbs digitalisierungsbezogener Kompetenzen sowie des Aufbaus entsprechender fachdidaktischer Kompetenz. Eine Grundvoraussetzung für die Erarbeitung digitalisierungsbezogener Kompetenzen mit Schüler:innen ist, dass die Lehrkräfte über Kompetenzen in den Kategorien *Medienkompetenz* (*M*), *informatische Kompetenz* (*I*) und *Anwendungskompetenz* (*A*) verfügen und diese gegeneinander abgrenzen können, um die in den von ihnen unterrichteten Fächern geforderten Teilaspekte der digitalisierungsbezogenen Kompetenzen korrekt zu interpretieren und zielgerichtet zu unterrichten.

Gleichzeitig müssen alle Lehrkräfte digitalisierungsbezogene Inhalte und Phänomene aus den drei Perspektiven des Dagstuhl-Dreiecks (*technologisch*, *gesellschaftlich-kulturell* und *anwendungsbezogen*) beleuchten [Br16b]. Dabei ergänzen und bedingen sich die drei Perspektiven häufig, so liefert die Informatik etwa „das für Anwendungskenntnisse und Medienbildung notwendige Grundlagenwissen“ [Dö17, S. 77 f.].

Im Folgenden wird untersucht, inwiefern Lehrkräfte (mit und ohne dem Fach Informatik) digitalisierungsbezogene Kompetenzen hinsichtlich der Kategorien *M*, *I* und *A* differenzieren, welchen Fächergruppen sie die Aufgabe, diese mit Schüler:innen zu erarbeiten, zuordnen und wie sie ihre eigenen digitalisierungsbezogenen Kompetenzen in den drei Kategorien einschätzen. Aus den untersuchten Ansichten von Lehrkräften können einerseits Aus- und Fortbildungsbedarfe abgeleitet werden, andererseits wird sichtbar, bei welchen Aspekten digitalisierungsbezogener Kompetenzen möglicherweise Klärungsbedarf bezüglich der Frage der Integration in die einzelnen Unterrichtsfächer besteht.

2 Theoretische Grundlagen

Aufbauend auf dem europäischen Referenzrahmen DIGCOMP [Fe13], der Lehrenden und Lernenden ein Instrument zur Einschätzung und Verbesserung digitalisierungsbezogener Kompetenzen liefert sowie dem DigCompEdu [Re17], der digitalisierungsbezogene Kompetenzen speziell für Lehrende definiert, wurden nationale Umsetzungen von Kompetenzmodellen und Strategien für die Schule und für die Lehramtsausbildung erstellt. In der Schweiz entstanden mit dem Lehrplan 21 Modullehrpläne, um ein fächerübergreifendes Unterrichten von digitalisierungsbezogenen Kompetenzen zu ermöglichen [De16]. Diese Modullehrpläne ermöglichen es Lehrkräften, digitalisierungsbezogene Kompetenzen systematisch mit Kindern und Jugendlichen zu erarbeiten. Eine konkrete Formulierung von Kompetenzen, die Lehrkräfte erreichen sollen, wird hier nicht vorgenommen. In Österreich entstand neben den schulischen Kompetenzmodellen digi.comp 4 (Volkschule), digi.comp 8 (Mittelstufe) und digi.comp 12 (Oberstufe) mit digi.compP ein Modell für digitalisierungsbezogene Kompetenzen für Pädagog:innen, welches 2016 entwickelt und 2019 überarbeitet wurde [Br16a; Br19]. Dies bildet die Grundlage zur Integration digitalisierungsbezogener Kompetenzen in die Lehramtsstudiengänge sowie Fortbildungen für Lehrkräfte in Österreich. In Deutschland gehen die Anforderungen an digitalisierungsbezogene Kompetenzen für Lehrkräfte auf die Strategien und Veröffentlichungen der Kultusministerkonferenz (KMK) zurück. In

der Veröffentlichung „Lehren und Lernen in der digitalen Welt“ [Ku21] der KMK wird auf den Referenzrahmen DIGCOMP sowie das DPaCK-Modell [Hu19] Bezug genommen. Dabei werden die anvisierten Kompetenzen in die drei Bereiche inhaltliche Kompetenz, pädagogische Kompetenz und Digitalisierungskompetenz aufgegliedert. Die vorgestellten Rahmenvorgaben aus Deutschland, Österreich und Schweiz betonen die Bedeutung digitalisierungsbezogener Kompetenzen für Schüler:innen, in Österreich und Deutschland explizit auch für die Lehrkräfte und damit für die Lehramtsausbildung. Die Vorgaben der EU-Kommission und die beschriebenen Umsetzungen in den einzelnen Ländern unterstreichen als digitalisierungsbezogene Kompetenzen neben Medienkompetenzen auch explizit informatische Kompetenzen [Ku21, S. 24] [Br22, S. 40] [De16, S. 2]. Medienbildung und informatische Bildung haben nach Reiter Überschneidungen, bilden aber auch eigene Bereiche und werden durch Anwendungswissen ergänzt [Re15, S. 29]. Einer sehr ähnlichen Einteilung folgt der Schweizer Lehrplan 21, in dem die drei Bereiche Medien-, Informatik- und Anwendungskompetenzen definiert, aber auch die Überschneidungen der Bereiche betont werden [Re15, S. 25]. Die Vorgaben der KMK teilen digitalisierungsbezogene Kompetenzen in informatische Bildung und Medienbildung, die jeweils eine technologische, gesellschaftlich-kulturelle und anwendungsorientierte Perspektive adressieren sollen [Ku21, S. 24].

Neben der fachlichen Qualifizierung der Lehrkräfte in den entsprechenden digitalisierungsbezogenen Kompetenzen, muss auch eine Qualifizierung in der zugehörigen fachdidaktischen Kompetenz stattfinden. Als Teil der fachdidaktischen Kompetenz ist es wichtig, dass Teilkompetenzen, die auf eine der Kategorien *M*, *I* bzw. *A* oder Kombinationen dieser abzielen, entsprechend eingeordnet werden können. Dies ist Voraussetzung für die fachlich korrekte Interpretation der geforderten digitalisierungsbezogenen Kompetenzen und damit für den Aufbau dieser bei Schüler:innen. Denn ohne ein Verständnis der Bedeutung der anvisierten Kompetenzen kann die Interpretation der in den (Rahmen-)Lehrplänen aufgeführten digitalisierungsbezogenen Kompetenzen nicht geleistet werden.

3 Forschungsfragen und -design

Im Hinblick auf den Aufbau digitalisierungsbezogener Kompetenzen kommt dem Informatikunterricht und damit den Informatiklehrkräften eine besondere Rolle zu. Insbesondere im Informatikunterricht (soweit dieser angeboten wird) werden mit den Schüler:innen informatische Kompetenzen erarbeitet. Dazu verfügen Informatiklehrkräfte im Vergleich zu Nicht-Informatiklehrkräften über umfassendere informatische und zugehörige fachdidaktische Kompetenzen. Aus diesem Grund wird bei den folgenden Forschungsfragen (FF) zwischen Informatik- und Nicht-Informatiklehrkräften differenziert.

FF1 Inwiefern ordnen Informatik- und Nicht-Informatiklehrkräfte operationalisierte digitalisierungsbezogene Kompetenzen den Kategorien Medienkompetenz, informatische Kompetenz und Anwendungskompetenz unterschiedlich zu?

FF2 Inwiefern ordnen Informatik- und Nicht-Informatiklehrkräfte operationalisierte digitalisierungsbezogene Kompetenzen den Fächergruppen der KMK[4] unterschiedlich zu?

FF3 Inwiefern schätzen sich Informatik- und Nicht-Informatiklehrkräfte bezüglich operationalisierter digitalisierungsbezogener Kompetenzen unterschiedlich ein?

3.1 Forschungsdesign

Ausgehend von diesen FF wurde eine Online-Befragung für Lehrkräfte konzipiert. Im Folgenden wird auf die Fragebogenkonstruktion sowie die Studiendurchführung eingegangen. Das Studiendesign basiert auf den in Abb. 1 aufgeführten sieben Schritten.

Abb. 1: Studiendesign

3.1.1 Fragebogenkonstruktion

Für die Online-Umfrage über digitalisierungsbezogene Kompetenzen wurden alle Items als Lernziele formuliert. Dies ist damit begründet, dass sich die Formulierungen digitalisierungsbezogener Kompetenzen, wie sie etwa in [De16] oder [Br08] zu finden sind, nicht für eine Zuordnung zu den Kategorien *M*, *I und A* eignen. Die Dagstuhl-Erklärung versteht die dort formulierten Perspektiven so, dass jede digitalisierungsbezogene Kompetenz aus jeder der drei Perspektiven beleuchet werden kann [Br16b, S. 2]. Für die Befragung wurde die Formulierung über Lernziele gewählt, welche durch ihre Operationalisierung beobachtbar sind [JM20, S. 303] und dem Anspruch einer eindeutigen Beschreibung unterliegen. Daher ermöglichen diese eine differenziertere Zuordnung zu den Kategorien. Es wurden 51 Lernziele in Anlehnung an Krathwohl (fachlicher Inhalt und kognitiver Prozess in Form eines Operators) formuliert [Kr02, S. 213]. Wo dies möglich war, wurden Qualifikations- und Handlungsebene angegeben. Als Grundlage für die Lernziele wurden die Informatikstandards der Gesellschaft für Informatik e.V für die Sekundarstufe I [Br08] und der Modullehrplan „Medien und Informatik“ [De16] genutzt. Zusätzlich wurden Items ergänzt, welche den Unterrichtserfahrungen und der Lehrplanarbeit der Autor:innen entnommen wurden. Um die Items auf ihre Eignung für eine Befragung von Lehrkräften zu prüfen, wurde eine Expert:innenbefragung durchgeführt. Diese sollte eine Referenzangabe schaffen, welcher Kategorie (*M*, *I* oder *A*) die Items zuzuordnen sind. Die Abfrage fand im Multiple-Choice-Verfahren statt, wodurch die Kombinationen (*MI*, *MA*, *IA* und *MIA*) möglich wurden.

[4] `https://www.kmk.org/themen/allgemeinbildende-schulen/unterrichtsfaecher.html`

Die Befragung wurde mit neun Expert:innen durchgeführt. Zu den Expert:innen zählten neben Informatikdidaktiker:innen auch Fachberater:innen und Fachausbildungsleiter:innen sowie Lehrplankommissionsmitglieder und Mitglieder der Kommission für die Überarbeitung der Informatikstandards der Sekundarstufe I. Bei der Auswertung der Ergebnisse wurde deutlich, dass viele Expert:innen die Items nicht einer der drei Kategorien *M*, *I* und *A*, sondern häufig mehreren zuordneten. Letztlich wurde je Item diejenige Kategorie bzw. Kombination festgelegt, für die die meisten Expert:innen ihr Votum abgegeben hatten. Die Befragung beinhaltete weiterhin die Beurteilung der Items bezüglich der Eignung für die Hauptumfrage, so dass missverständliche Items hier bereits aussortiert werden konnten. Für die Hauptbefragung wurden Items aus sechs Kategorien(kombinationen)[5] ausgewählt.

Für die Befragung sollten für alle Kategorien(kombinationen) drei oder mehr Items zur Verfügung gestellt werden. Bei der Erstellung des Fragebogens wurden je Kategorien(kombination) diejenigen Items ausgewählt, die durch die Expert:innen am eindeutigsten dieser Kategorien(kombination) zugeordnet und am besten[6] bewertet wurden.

In der Folge standen für alle Kategorien außer *M* und *IA* drei oder mehr Items zur Verfügung. Die fehlenden Items der beiden Kategorien(kombinationen) wurden aus dem Lehrplan 21 adaptiert [De16]. Waren in einer der Kategorie(kombination) mehr als drei Items verblieben, wurden diejenigen ausgewählt, die die eindeutigsten Zuordnungen zur entsprechenden Kategorien(kombination) hatten. In den Kategorien(kombinationen) *I*, *MI* und *MA* wurden jeweils vier Items verwendet, da dort je zwei Items die selbe Maßzahl bei der Zuordnung durch die Expert:innen aufwiesen. Tabelle 1 stellt die finalen 21 Items einschließlich der Zuordnung durch die Expert:innen zu den Kategorien(kombinationen) dar.

Tab. 1: Items, die zur Befragung genutzt wurden. K: zugeordnete Kategorie

Nr	Die Schüler:innen...	K.
01	...vergleichen maschinenausführbare und natürliche Sprache, indem sie Gemeinsamkeiten und Unterschiede nennen.	I
02	...charakterisieren wesentliche Hardwarekomponenten durch ihre Kenngrößen (bspw. Bildschirmdiagonale, Taktfrequenz, Speicherkapazität, Datenübertragungsrate).	I
03	...nutzen logische Operatoren (und, oder, nicht), indem sie diese zur Formulierungen von Bedingungen nutzen (bspw. „Gib alle männlichen Schüler aus, die jünger als 10 Jahre sind.“).	I
04	...formatieren Tabellen in Tabellenkalkulationssoftware, indem sie Rahmen hinzufügen, Textausrichtung festlegen oder Spaltenbreite und Zeilenhöhe ändern.	A

[5] *MIA* wurde als Kategorie ausgeschlossen, da für Items, welche allen Kategorien digitalisierungsbezogener Kompetenzen zugeordnet werden, keine differenzierenden Aussagen getroffen werden können.

[6] Die Expert:innen wählten aus einer dreistufigen Skala („-“, „0“, „+“) aus. Die Eignung der Items bezog sich dabei unter anderem auf Verständlichkeit, Operationalisierung, Allgemeingültigkeit und Form.

05	...beurteilen unterschiedliche Informationsdarstellungen (bspw. Bild, Text, Grafik, Video), indem sie Vor- und Nachteile (bspw. Darstellungsqualität, Speichergröße) der Darstellungsform angeben.	MI
06	...erstellen in Tabellenkalkulationssoftware aus eingegebenen Werten Diagramme (bspw. Säulen, Kreis), indem sie den Diagrammassistenen nutzen.	A
07	...nutzen Dateisysteme zielgerichtet, indem sie Pfade zu Dateien und Ordnern angeben (bspw. H:/Schule/Klassenfahrt/Foto26.png bzw. „Im Ordner Schule im Unterordner Klassenfahrt in meinem persönlichen Arbeitsbereich liegt das Bild Foto26“)	IA
08	...kollaborieren mit digitalen Werkzeugen, indem sie freigegebene Dokumente (bspw. Texte, Tabellen) gemeinsam bearbeiten.	MA
09	...erkennen die Allgegenwärtigkeit digitaler Systeme, indem sie diese im Alltag als solche identifizieren.	MI
10	...nutzen Medien als Informationsquelle für ihr Lernen, indem sie Ergebnisse einer Internetrecherche anhand von Kriterien nach Relevanz oder Korrektheit bewerten.	M
11	...gestalten Präsentationen angemessen, indem sie gegebene Vorgaben (bspw. Anzahl Schriftarten, Schriftgröße, Stichpunkte statt Sätze) einhalten.	MA
12	...arbeiten kollaborativ zusammen, indem sie geeignete Kommunikationswerkzeuge (bspw. synchron, asynchron - Mail, Chat, Forum, Kommentarfunktion) nutzen.	MA
13	...erstellen zielgerichtet Dokumente (bspw. Text, Bild, Audio, Video), indem sie geeignete Anwendungen zur Erstellung auswählen.	MA
14	...automatisieren die Erstellung von Texten in Textverarbeitungssoftware, indem sie Verzeichnisse (bspw. Inhalts-, Tabellen-, Abbildungs- und Literaturverzeichnis) einfügen.	A
15	...automatisieren Problemlösungen in Tabellenkalkulationssoftware, indem sie Formeln zur Berechnung verwenden (bspw. =A1+B2)	IA
16	...ordnen Pixel- und Vektorgrafiken entsprechenden Einsatzszenarien zu, indem sie auf Basis der Eigenschaften von Pixel- und Vektorgrafiken entscheiden, welches Grafikformat beim konkreten Einsatzzweck geeignet ist.	MI
17	...unterscheiden Maßnahmen zum Schutz vor Datenverlusten (bspw. redundante Speicherung, Backups, Versionsverwaltung), indem sie diese erläutern.	I
18	...wählen Kommunikationsmöglichkeiten für die gemeinsame Arbeit begründet aus, indem sie Vor- und Nachteile entsprechender Plattformen bezüglich Sicherheitsaspekten gegenüberstellen.	MI
19	...sichern Daten, indem sie Massnahmen[sic!] beschreiben und anwenden, um sich vor Datenverlust zu schützen (mehrfache Speicherung, Versionsverwaltung, Backup).	IA
20	...kennen Chancen und Risiken der zunehmenden Durchdringung des Alltags durch Medien und Informatik, indem sie diese beschreiben.	M

21	...reflektieren verschiedene Lebenswelten (bspw. virtuell und physisch), indem sie deren verschiedene Regeln und Wertesysteme erläutern (bspw. Duldung von Anonymisierung).	M

Für die Hauptbefragung wurde ein vierteiliger Online-Fragebogen konzipiert: (1) Angabe, ob eine Lehrkraft eine Ausbildung im Fach Informatik absolviert hat oder nicht, (2) Zuordnung der Items zu den Kategorien *M*, *I* und *A* (Multiple-Choice), (3) Zuordnung der Items zu den Fächergruppen der KMK[7] (Multiple-Choice) und (4) Selbsteinschätzung der eigenen Fähigkeiten bezüglich der Items (fünfstufige Likert-Skala).

3.2 Durchführung der Umfrage

Für die Erhebung wurden Informatik- und Nicht-Informatiklehrkräfte im Bundesland Sachsen mittels eines Online-Fragebogens befragt. Die Online-Umfrage wurde an einem städtischen Gymnasium mit etwa 110 Lehrkräften durchgeführt. Da die Befragung der Lehrkräfte dieser Schule keinen Vergleich zwischen Informatik- und Nicht-Informatiklehrkräften ermöglicht hätte (nur drei Informatiklehrkräfte), wurden darüber hinaus Informatiklehrkräfte anderer Gymnasien befragt. Insgesamt nahmen 70 Lehrkräfte an der Befragung Teil, von denen 26 Informatiklehrkräfte sind.

4 Auswertung der Ergebnisse

Die Einordnung der Items in die entsprechenden Kategorien(kombination) (*M*, *I*, *A*, *MI*, *MA*, *IA*) wurde anhand der Expert:innenbefragung vorgenommen (vgl. Abschnitt 3.1.1). Die Zuordnung der Items zu den drei Kategorien wurde durch ein Multiple-Choice-Antwortformat realisiert, sodass in der Umfrage die gleichen Zuordnungen wie in der Expert:innenbefragung möglich waren. Die Auswertung der Ergebnisse sind in Abbildung 2 zusammengefasst und werden im Folgenden erläutert und die Ergebnisse diskutiert. Ring 0 zeigt die Einteilung in die sechs Kategorien(kombinationen) *M*, *I*, *A*, *MI*, *MA*, *IA* ausgehend von den Expert:innenantworten. Die Ringe 1 bis 4 beziehen sich in der Auswertung auf diese von den Expert:innen vorgenommene Einteilung der Items zu den entsprechenden Kategorien(kombinationen). Die Auswahl der statistischen Tests wurde nach den Vorgaben von Field [Fi18] vorgenommen. Die Ergebnisse wurden mit der Statistiksoftware SPSS in der Version 28 ausgewertet. Die Effektstärke der X^2-Tests[8] wurde mit dem Phi-Koeffizienten (ϕ) nach Cohen berechnet. Für die Einordnung der Effektstärke gilt dabei $0,1 < |\phi| \leq 0,3$

[7] Aus dem „MINT“-Teil wurde das Fach Informatik herausgelöst, sodass eine Zuordnung zu diesem Fach explizit möglich war. Optionen: Informatik, MNT, Deutsch, Fremdsprachen, Gesellschaftswissenschaften, Musische Fächer, (Religion, Philosophie, Ethik) und Sport.

[8] unabhängige nominale Variable „Informatiklehrkraft ja/nein“ → abhängige nominale Variable „Kategorien(kombination)“, „Fächergruppen“.

als schwach, $0,3 < |\phi| \leq 0,5$ als mittel und $|\phi| > 0,5$ als stark ausgeprägte Effektstärke [Fi18, S. 57]. Die Effektstärke des Mann-Whitney-U-Tests[9] wurde nach Rosenthal berechnet. Dabei wird $0,1 < r \leq 0,3$ als schwach, $0,3 < r \leq 0,5$ als mittel und $r > 0,5$ als stark ausgeprägte Effektstärke betrachtet [Fi18, S. 550].

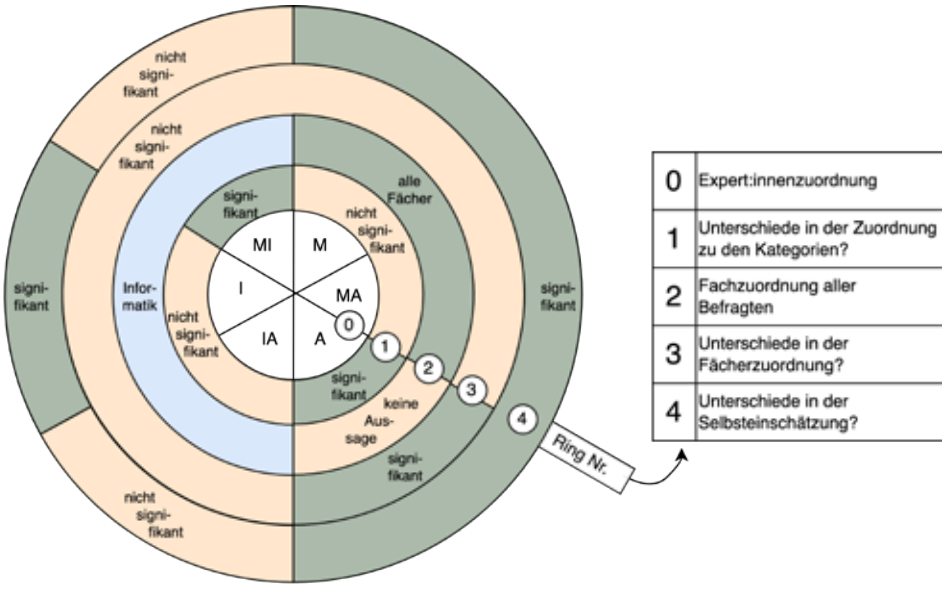


Abb. 2: Übersichtsgrafik zu den Ergebnissen der Erhebung

4.1 Zuordnung der Items zu den Kategorien(kombinationen)

Zur Auswertung der FF1 *„Inwiefern ordnen Informatik- und Nicht-Informatiklehrkräfte operationalisierte digitalisierungsbezogene Kompetenzen den Kategorien Medienkompetenz, informatische Kompetenz und Anwendungskompetenz unterschiedlich zu?“* wurde die Nullhypothese formuliert: Es gibt keinen Unterschied in der Zuordnung der Items zu den Kategorien(kombinationen) zwischen Informatik- und Nicht-Informatiklehrkräften.

Statistisch signifkante Unterschiede ($p < 0,05$, [Fi18, S. 53]) traten in der Kategorie *A* (mittlerer Effekt $\varnothing(\phi_4, \phi_6, \phi_{14}) = 0,307$) sowie in der Kombination *MI* (schwache Effektstärke $\varnothing(\phi_5, \phi_9, \phi_{16}, \phi_{18}) = 0,274$) auf (vgl. Abb. 2 Ring 1). Die Nullhypothese ist damit abzulehnen. Informatiklehrkräfte wählten die Kategorie *A* häufiger aus als Nicht-Informatiklehrkräfte (Item 4: $\mathcal{X}^2(1) = 8,572$, $p = 0,003$, $\phi = 0,35$, mittlere Effektstärke; Item 6: $\mathcal{X}^2(1) = 8,702$, $p = 0,003$, $\phi = 0,353$, mittlere Effektstärke; Item 14: $\mathcal{X}^2(1) = 3,315$, $p = 0,069$, $\phi = 0,218$, schwache Effektstärke). Die Mehrheit aller Lehrkräfte ordnete Items

[9] unabhängige nominale Variable „Informatiklehrkraft ja/nein“ → abhängige ordinale Variable „Selbsteinschätzung“ (psychologisches Konstrukt → metrische Skala nicht vorauszusetzen).

der Kategorie *I* entsprechend der Expert:inneneinordung zu (Informatiklehrkräfte: 100% bei Item 1, 97% bei Item 2 und 3, 69% bei Item 17; Nicht-Informatiklehrkräfte: 76% bei Item 1, 86% bei Item 2, 52% bei Item 3 und 17). Signifikante Unterschiede zwischen Informatik- und Nicht-Informatiklehrkräften ergaben sich nur bei Item 1 ($\mathcal{X}^2(1) = 15,41$, $p < 0,001$, $\phi = 0,469$, mittlere Effektstärke). Informatiklehrkräfte wählten Kategorie *I* häufiger aus als Nicht-Informatiklehrkräfte bei den Items der Kombination *MI*: Item 5 ($\mathcal{X}^2(1) = 5,140$, $p = 0,023$, $\phi = 0,271$, schwache Effektstärke), Item 9 ($\mathcal{X}^2(1) = 13,235$, $p < 0,001$, $\phi = 0,435$, mittlere Effektstärke) und Item 18 ($\mathcal{X}^2(1) = 5,395$, $p = 0,02$, $\phi = 0,278$, schwache Effektstärke). Nicht-Informatiklehrkräfte wählten Kategorie *I* häufiger aus als Informatiklehrkräfte beim Item 16 ($\mathcal{X}^2(1) = 0,877$, $p = 0,349$, $\phi = -0,112$, schwache Effektstärke).

4.2 Zuordnung der Items zu den Fächergruppeen

Für die FF2 *„Inwiefern ordnen Informatik- und Nicht-Informatiklehrkräfte operationalisierte digitalisierungsbezogene Kompetenzen den Fächergruppen der KMK unterschiedlich zu?“*, wurde folgende Nullhypothese formuliert: Es gibt keinen Unterschied in der Zuordnung der Items zu den Fächergruppen der KMK zwischen Informatik- und Nicht-Informatiklehrkräften.

Statistisch signifkante Unterschiede traten in der Kategorie *A* (mittlerer Effekt $\varnothing(\phi_4, \phi_6, \phi_{14}) = 0,250$) auf (vgl. Abb. 2 Ring 3). Die Nullhypothese ist damit abzulehnen. Nicht-Informatiklehrkräfte wählten das Fach Informatik für Anwendungskompetenzen häufiger aus als Informatiklehrkräfte (Item 4: $\mathcal{X}^2(1) = 4,272$, $p = 0,039$, $\phi = -0,247$, schwache Effektstärke; Item 6: $\mathcal{X}^2(1) = 7,128$, $p = 0,008$, $\phi = -0,319$, mittlere Effektstärke; Item 14: $\mathcal{X}^2(1) = 2,400$, $p = 0,121$, $\phi = -0,185$, schwache Effektstärke). Bei den Items anderer Kategorien(kombinationen) konnten keine signifikanten Unterschiede im Abstimmungsverhalten identifiziert werden (mittlere asymptotische Signifikanz $0,550$). In der Analyse des Antwortverhaltens aller Befragten ergaben sich vier Muster (M1 - M4) von Antworten bei der Fächerzuordnung.

- M1 Item wurde mehrheitlich nur dem Fach Informatik zugeordnet: 1, 2, 3, 5, 7, 16, 17, 18, 19
- M2 Item wurde mehrheitlich dem MINT-Bereich zugeordnet: 4, 6, 15
- M3 Item wurde allen Fächern zugeordnet: 8, 10, 11, 12, 13, 20, 21
- M4 keine klare Zuordnung zu einer Fächergruppe: 9, 14

4.3 Selbsteinschätzung bezüglich digitalisierungsbezogener Kompetenzen

Für die FF3 *„Inwiefern schätzen sich Informatik- und Nicht-Informatiklehrkräfte bezüglich operationalisierter digitalisierungsbezogener Kompetenzen unterschiedlich ein?“*, wurde

folgende Nullhypothese formuliert: Es gibt keinen Unterschied in der Selbsteinschätzung eigenen Kompetenzen hinsichtlich der Items verschiedener Kategorien(kombinationen) zwischen Informatik- und Nicht-Informatiklehrkräften.

Bei allen Items schätzten sich Informatiklehrkräfte mindestens so gut ein wie Nicht-Informatiklehrkräfte. Statistisch signifikante Unterschiede ($p < 0,05$, [Fi18, S. 544]) traten in den Kategorien *I* (starke Effektstärke $\varnothing(r_1, r_2, r_3, r_{17}) = 0,619$), *A* (mittlere Effektstärke $\varnothing(r_4, r_6, r_{14},) = 0,487$) und *M* sowie in der Kombination *MA* (schwache Effektstärke $\varnothing(r_8, r_{10}, r_{11}, r_{12}, r_{13}, r_{20}, r_{21}) = 0,171$) auf (vgl. Abb. 2 Ring 4). Die Nullhypothese ist damit abzulehnen. Bei den Kombinationen *IA* und *MI* sind die Effektstärken weniger eindeutig über die Items verteilt: Hier gibt es im Gegensatz zu allen anderen Kategorien(kombinationen) Items mit schwacher, mittlerer und starker Effektstärke, was konkrete Aussagen über diese Kombinationen verhindert. Items, welche seitens der Expert:innen der Kategorie *I* oder in der Kombination *MI* zugeordnet wurden, wiesen meist eine negativere Selbsteinschätzung über alle Befragten im Vergleich zu Items anderer Kategorien(kombinationen) auf ($\varnothing(I; MI) = 1,78$, $\varnothing(M; A; MA; IA) = 1,19$).

4.4 Diskussion der Ergebnisse

Nach Kapitel 4.1 ordneten sowohl Informatiklehrkräfte als auch Nicht-Informatiklehrkräfte Lernziele, welche von den Expert:innen den Kategorien(kombinationen) *I* und *IA* zugeordnet wurden, ebenfalls diesen Kategorien(kombinationen) zu. Demnach kann davon ausgegangen werden, dass die befragten Lehrkräfte informatische Lernziele und Lernziele mit Teilen informatischer Kompetenz und Anwendungskompetenz erkennen können. Dies wird dadurch ergänzt, dass diese Lernziele von fast allen Befragten dem Fach Informatik zugeordnet wurden[10] (vgl. Kapitel 4.2). Letztlich schätzten sich Nicht-Informatiklehrkräfte insbesondere bei den Lernzielen der Kategorie *I* signifikant schlechter ein als die Informatiklehrkräfte (vgl. Kapitel 4.3).

Für die Kategorien(kombinationen) *M* und *MA* zeigte sich in der Befragung ein sehr einheitliches Bild über fast alle zugehörigen Items. Ein signifikanter Unterschied im Antwortverhalten von Informatik- und Nicht-Informatiklehrkräften konnte hier meist nicht festgestellt werden: Weder lässt sich dieser bei der Zuordnung zu den Kategorien(kombinationen) noch bei der Zuordnung zu den Fächergruppen erkennen. Ferner sind die entsprechenden Items diejenigen, bei denen einerseits die besten Selbsteinschätzungswerte, andererseits die geringsten Differenzen bezüglich der Selbsteinschätzung zwischen den Gruppen der Befragten gemessen wurden. Interessant ist ebenfalls, dass beide Gruppen diese Kompetenzen mehrheitlich allen Fächern zuordneten.

[10] In der Kategorienkombination *MI* ist dies auch der Fall. Hier unterscheidet sich aber die Zuordnung zur Kategorie zwischen Informatik- und Nicht-Informatiklehrkräften signifikant.

Im Bereich der Items, welche durch die Expert:innen der Kategorie *A* zugeordnet wurden, zeichnen sich beim Antwortverhalten die deutlichsten Unterschiede zwischen Informatik- und Nicht-Informatiklehrkräften ab: Hier schätzen sich Nicht-Informatiklehrkräfte schlechter ein als Informatiklehrkräfte. Im Gegensatz zur Kategorie *I* ist dies jedoch nur mit mittlerer Effektstärke aufgetreten. Andererseits ordneten Nicht-Informatiklehrkräfte diese Items häufiger dem Fach Informatik zu als Informatiklehrkräfte. Am deutlichsten waren die Unterschiede bei der Zuordnung zu den Kategorien(kombinationen): Während Informatiklehrkräfte diese Items mehrheitlich der Kategorie *A* zuordneten, ist bei Nicht-Informatiklehrkräften bei keinem der Items zu erkennen, dass eine eindeutige Zuordnung zu dieser Kategorie erfolgte.

5 Fazit

Es wurde untersucht, inwiefern Lehrkräfte (mit und ohne dem Fach Informatik) operationalisierte digitalisierungsbezogene Kompetenzen hinsichtlich der Kategorien *M*, *I* und *A* einordnen und in welcher Fächergruppe sie die Vermittlung dieser sehen. Im Allgemeinen ordneten die Befragten (laut Expert:innen zugeordnete) informatische Kompetenzen eindeutig der Kategorie *I* und dem Fach Informatik zu. Nicht-Informatiklehrkräfte schätzten ihre eigenen Kompetenzen in dieser Kategorie signifikant schlechter ein als ihre Kolleg:innen mit dem Fach Informatik. Hier muss geprüft werden, ob die informatischen Kompetenzen bei Nicht-Informatiklehrkräften ausreichend sind, um digitalisierungsbezogene Kompetenzen vollumfänglich bei Schüler:innen auszubilden.

Weiterhin wurden Medienkompetenzen durch die befragten Lehrkräfte unabhängig ihrer Ausbildung im Fach Informatik allen Fächern zugeordnet. Die Abweichungen in der Selbsteinschätzung sind zwischen den Gruppen gering und es treten kaum Unterschiede bei der Zuordnung zur Kategorie *M* auf. Ob und inwieweit die (positive) Selbsteinschätzung so zu interpretieren ist, dass alle Lehrkräfte in der Lage sind Medienkompetenzen in ihren Unterricht zu integrieren, bleibt einer späteren Betrachtung vorbehalten.

Differenzen zwischen Informatik- und Nicht-Informatiklehrkräften traten vor allem bei Anwendungskompetenzen auf, welche die Informatiklehrkräfte (wie auch die Expert:innen) dieser Kategorie zuordneten, während die Nicht-Informatiklehrkräfte häufig andere Kategorien für diese Items wählten. Auch die Fächerzuordnung dieser Kompetenzen wurde von den Lehrkräften uneinheitlich vorgenommen, wobei die Nicht-Informatiklehrkräfte diese Kompetenzen häufiger dem Fach Informatik zuordneten als die Informatiklehrkräfte. Da bei Lehrkräften ohne Informatikausbildung vorauszusetzen ist, dass sie auch über geringere informatische Kompetenzen verfügen (was durch die Selbsteinschätzung in der Kategorie *I* untermauert wird), kann dies als mögliche Ursache für die Unterschiede im Antwortverhalten in Betracht gezogen werden. Dies ist ein Indiz dafür, dass der Erwerb von informatischen Kompetenzen in der Lehrkräfteaus- und Weiterbildung für die Fähigkeit der Differenzierung der Perspektiven digitalisierungsbezogener Kompetenzen als Grundvoraussetzung für deren Umsetzung unerlässlich ist.

6 Ausblick

In der vorgestellten Studie wurde erhoben, welche unterschiedlichen Kategorienzuordnungen in M, I und A, Fächerzuordnungen und Selbsteinschätzungen bei Informatik- und Nicht-Informatiklehrkräften bezüglich digitalisierungsbezogener Kompetenzen vorherrschen. Hierbei wurde nur danach differenziert, ob eine Lehrkraft im Fach Informatik eine Ausbildung besitzt oder nicht. Interessant wäre darüber hinaus, ob es auch Unterschiede zwischen MINT- und Nicht-MINT-Lehrkräften gibt. Da insbesondere im Fach Informatik auch zahlreiche Lehrkräfte ohne grundständige Ausbildung unterrichten, wäre auch hier eine genauere Differenzierung sinnvoll, um unter anderem Fortbildungsbedarfe zielgruppenspezifisch zu eruieren.

Zukünftig sollte die Zuordnung von Items zu den Kategorien zusätzlich durch Expert:innen erfolgen, die gesichert über Expertise in allen drei Kategorien verfügen. In der vorliegenden Studie entstammten die Expert:innen hauptsächlich dem Fachbereich der Informatik(didaktik). Um die Items zu erstellen, wurden etablierte Kompetenzkataloge genutzt. Dennoch kann nicht ausgeschlossen werden, dass durch die Einschränkung der Quellen Lücken entstanden, welche thematisch nicht erfasst wurden. Eine breitere Auswahl an Quellen könnte dies minimieren. Für die Befragung wurden Lehrkräfte aus Sachsen befragt. Durch landesbildungspolitische Maßgaben werden je nach Bundesland unterschiedliche Befragungsergebnisse erwartet. Hierzu wäre ein Vergleich zwischen den Bundesländern lohnend. Ebenso sollten zusätzlich zu Gymnasiallehrkräften auch solche anderer Schulformen einbezogen werden. Letztlich wurden die Befragungsergebnisse quantitativ auf Unterschiede zwischen Informatik- und Nicht-Informatiklehrkräften untersucht. Die dabei gefundenen Auffälligkeiten geben weitere Hinweise auf einen Forschungsbedarf. Eine qualitative Untersuchung, welche das Antwortverhalten einzelner Befragungsteilnehmer:innen in Bezug auf ausgewählte Items untersucht, könnte die hier vorgelegte Studie ergänzen.

Literatur

[Br08] Brinda, T.; Fothe, M.; Friedrich, S.; Koerber, B.; Puhlmann, H.; Röhner, G.; Schulte, C.: Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule: Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I, Techn. Ber., 2008, URL: `https://dl.gi.de/bitstream/handle/20.500.12116/2345/52-GI-Empfehlung-Bildungsstandards_2008.pdf?sequence=1&isAllowed=y`, Stand: 11. 05. 2022.

[Br16a] Brandhofer, G.; Kohl, A.; Miglbauer, M.; Nárosy, T.: Die Medienkompetenz der Lehrenden im Zeitalter der Digitalität - das Modell digi.kompP. R&E-SOURCE/6, S. 38–51, 2016, ISSN: 2313-1640.

[Br16b] Brinda, T.; Diethelm, I.; Gemulla, R.; Romeike, R.; Schöning, J.; Schulte, C. et al.: Dagstuhl-Erklärung: Bildung in der digitalen vernetzten Welt./, 2016, URL: https://gi.de/fileadmin/GI/Hauptseite/Themen/Dagstuhl-Erkla%5C_%5C_rung%5C_2016-03-23.%20pdf, Stand: 12. 06. 2023.

[Br19] Brandhofer, G.; Miglbauer, M.; Fikisz, W.; Höfler, E.; Kayali, F.; Steiner, M.; Prohaska, J.; Riepl, A.: Digi.kompP digitale Kompetenzen für Pädagoginnen und Pädagogen, 2019.

[Br22] Brandhofer, G.: Digi-Das! Kompetente Lehrende für eine Bildung unter den Bedingungen der Digitalität: Das Kompetenzmodell Digi.kompP. schule verantworten | führungskultur_innovation_autonomie/, S. 37–45, März 2022.

[De16] Deutschschweizer Erziehungsdirektoren-Konferenz (D-EDK): Lehrplan 21 Medien und Informatik, Feb. 2016.

[Dö17] Döbeli Honegger, B.: Mehr als 0 und 1: Schule in einer digitalisierten Welt. hep, der Bildungsverlag, Bern, 2017, ISBN: 978-3-0355-0927-4.

[Fe13] Ferrari, A.: DIGCOMP: A Framework for Developing and Understanding Digital Competence in Europe. 2013.

[Fi18] Field, A.: Discovering statistics using IBM SPSS Statistics. SAGE Publications, London, 2018, ISBN: 978-1-5264-1951-4.

[Hu19] Huwer, J.; Irion, T.; Kuntze, S.; Schaal, S.; Thyssen, C.: Von TPaCK zu DPaCK – Digitalisierung im Unterricht erfordert mehr als technisches Wissen./, S. 358–364, Sep. 2019.

[JM20] Jank, W.; Meyer, H.: Didaktische Modelle. Cornelsen, Berlin, 2020, ISBN: 978-3-589-21566-9.

[Kr02] Krathwohl, D. R.: A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. en, Theory Into Practice 41/4, S. 212–218, Nov. 2002.

[Ku21] Kultusministerkonferenz, Hrsg.: Lehren und Lernen in der digitalen Welt - Ergänzung zur Strategie der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“, 2021.

[Re15] Reiter, A.: Medienbildung und informatische Bildung. Medienimpulse/, Juni 2015.

[Re17] Redecker, C.: European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu, Techn. Ber., Nov. 2017.

Informatikgrundlagen für Lehrkräfte aller Fächer: Eine Befragung von Lehramtsstudierenden zu Relevanz und eigenen Kompetenzen

Daniel Braun[1], Melanie Seiss[2], Barbara Pampel[3]

Abstract: Es besteht zunehmend die Forderung, dass Lehramtsstudierende aller Fachrichtungen als Basis für ihre digitalen Kompetenzen grundlegende Informatikkenntnisse erwerben. Die Entwicklung und Verankerung entsprechender Kurse stellt eine große Herausforderung dar. Dieser Beitrag stellt die Ergebnisse einer Umfrage unter Lehramtsstudierenden vor und nimmt dabei gezielt die Sicht der Studierenden zur Relevanz verschiedener Inhalte und zu eigenen Kompetenzen in den Blick, auch wenn diese sich gegebenenfalls. von der Einschätzung der Expert*innen zu relevanten Informatikgrundlagen und dem Ergebnis von Kompetenztests unterscheiden. Diese Einblicke können insbesondere dabei helfen, für die Teilnahme an einem Wahlmodul bzw. im Falle einer Pflichtveranstaltung für eine überzeugte Mitarbeit zu motivieren und Themen zu identifizieren, für die die Relevanz explizit verdeutlicht werden muss. Unterschiede der Einschätzungen zeigen sich insbesondere zwischen Studierenden mit mindestens einem mathematisch-naturwissenschaftlichen Fach, dem Fach Informatik oder MINT-freiem Hintergrund. Bei Studierenden ohne das Fach Informatik zeigen sich darüber hinaus kaum Unterschiede in Bezug auf Relevanz und eigene Kompetenzen abhängig vom Fortschritt im Studium.

Keywords: Informatikgrundlagen; Relevanz; Kompetenzen; Lehramt

1 Einleitung

In den letzten Jahren wurde verstärkt eine Integration von Informatikgrundlagen als Teil von digitaler Bildung gefordert, z. B. durch die Gesellschaft für Informatik [Ge20]. Wie eine Analyse des Stifterverbandes aufzeigt, kann ein umfassendes Informatik-Lehrangebot wie in einem Pflichtfach Informatik dazu beitragen, soziale und Geschlechterunterschiede im Bereich Informatik-Kompetenzen auszugleichen [St22]. Leider gibt es in Deutschland in nur wenigen Bundesländern überhaupt ein Pflichtfach Informatik – und selbst in diesen ist der Umfang des verpflichtenden Informatikunterrichts im Vergleich zu anderen europäischen Staaten sehr gering [St23]. Es besteht also dringender Handlungsbedarf in diesem Bereich.

Die Handlungsempfehlungen der Ständigen Wissenschaftlichen Kommission der Kultusministerkonferenz [Kö22] vom Herbst 2022 sind dafür ein wichtiger Schritt. Sie stellen die Bedeutung der digitalen Bildung von der Kita bis in die Hochschule heraus und betonen,

[1] Universität Konstanz, Fachbereich Informatik und Informationswissenschaft, d.braun@uni-konstanz.de
[2] Universität Konstanz, Fachbereich Informatik und Informationswissenschaft, melanie.seiss@uni-konstanz.de
[3] Universität Konstanz, Fachbereich Informatik und Informationswissenschaft, barbara.pampel@uni-konstanz.de

dass dafür auch informatische Grundlagen sowohl für Schüler*innen als auch für angehende und bereits aktive Lehrkräfte wichtig sind. Insbesondere solange Lehrkräfte solche Informatik-Kompetenzen aber in ihrer eigenen Schulzeit noch nicht erworben haben, ist es nötig, angehende und aktive Lehrkräfte gezielt zu schulen.

An vielen Hochschulen werden deshalb Lehrangebote zu Informatikgrundlagen für Lehrkräfte aller Fächer entwickelt und durchgeführt [z. B. Al21; BPS21; Ha19; LH19; NDB21; SMR21]. Eine der Herausforderungen ist es, für diese Kurse ein Curriculum zu entwickeln, denn bislang gab es keinen etablierten Kompetenzrahmen für Lehramtsstudierende bzw. Lehrkräfte, der als Orientierung dienen kann. Ein solcher wird gerade von einem Arbeitskreis der Gesellschaft für Informatik entwickelt und steht kurz vor der Veröffentlichung [GI23]. Eine weitere Herausforderung ist die Integration in die Studienpläne. Während das Ziel die curriculare Verankerung als Pflichtmodul sein sollte, und dies in den meisten Fällen auch das Ziel der Lehrenden dieser Angebote ist, werden viele Veranstaltungen zunächst als Wahl- oder Wahlplfichtveranstaltung angeboten. In diesen Fällen gilt es also, den Studierenden selbst die Notwendigkeit zu verdeutlichen, ein solches Angebot auch wahrzunehmen. Die Themen für solche Lehrangebote sollten natürlich von Expert*innen anhand der Anforderungen im Lehrberuf ausgewählt werden. Allerdings kann ein detaillierter Einblick in die Einschätzungen der Studierenden helfen, die Kursangebote gezielt zu bewerben und die einzelnen Lerneinheiten zu motivieren, indem eben solche Aspekte betont werden, die Studierende für relevant halten und/oder bei denen sie eigene Kompetenzlücken sehen. Aber auch die Information, bei welchen aus Expert*innensicht wichtigen Themen die Studierenden die Relevanz nicht direkt erkennen, ist wichtig, um die Inhalte so zu gestalten, dass die Relevanz deutlich wird. Eine hohe Teilnahmequote und gute Evaluationen solcher Angebote können dann als zusätzliche Argumente dienen, die Angebote verpflichtend zu machen. Zudem ist es selbstverständlich auch bei Pflichtveranstaltungen sinnvoll, die Inhalte gezielt zu motivieren, um den Lernerfolg der Studierenden zu unterstützen.

In diesem Beitrag stellen wir dazu die Ergebnisse einer Online-Befragung von Lehramtsstudierenden der Universität Konstanz vor, die Studierende für verschiedene Themenbereiche der Informatik zu ihrer Einschätzung zur Relevanz für den Lehrberuf sowie zu ihren eigenen Kompetenzen befragt. Aus diesen Angaben leiten wir anschließend empfundene Kompetenzdefizite ab. Dabei unterscheidet sich diese Studie von anderen Studien zu digitaler Kompetenz und ICT-Literacy [z. B. Sc17; SIS20; Su19] durch einen Fokus auf Informatikgrundlagen.

2 Verwandte Studien

Soweit uns bekannt, gab es in den letzten Jahren keine Studien, die sich speziell und umfassend mit den Einstellungen und Kompetenzen von angehenden oder aktiven Lehrkräften aller Fächer im Bereich Informatik beschäftigen. Allerdings wurden Einstellungen und Kompetenzen im Bereich digitale Bildung und dem Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologie (*ICT Literacy*) in verschiedenen Studien erhoben, die zunächst

vermuten lassen, dass eventuell auch Informatik-Kompetenzen mit getestet wurden oder dass Einblicke auf Informatik-Bereiche übertragen werden können. Dieser Abschnitt stellt einige dieser Studien und deren Ergebnisse vor.

Ein Teil der Studien kommt zum Ergebnis, dass Lehramtsstudierende im Vergleich zu Studierenden anderer Fächer Defizite im Bereich digitale Bildung und ICT Literacy aufweisen. Schmid et al. [Sc17] stellen z. B. fest, dass Lehramtsstudierende verglichen mit anderen Fachgruppen die geringste Motivation für den Einsatz von digitalen Medien aufbringen und sie verschiedene digitale Medien zum Lernen am wenigsten situationsgerecht einsetzen. Ähnliche Erkenntnisse erlangen Senkbeil et al. [SIS20] durch eine Auswertung von Daten des nationalen Bildungspanels (NEPS) zur ICT Literacy von Lehramtsstudierenden. Sie fanden sowohl für angehende als auch für fortgeschrittene Lehramtsstudierende Hinweise auf Kompetenzdefizite im Vergleich zu Studierenden anderer Fachrichtungen, vor allem für Lehramtsstudierende ohne MINT-Fach. Rubach und Lazarides [RL21] zeigen auf der Datengrundlage von 297 Lehramtsstudierenden, dass Lehramtsstudierenden drei Profilen zugeordnet werden können. In den beiden niedrigen Stufen befinden sich zusammen betrachtet 45,8% der Lehramtsstudierenden, die sich selbst nur moderate professionsbezogene Basiskompetenzen und geringe (12,1%) bis moderate (33,7%) Fähigkeiten zur Gestaltung digitaler Inhalte zuschreiben.

In anderen Studien schätzen Lehrkräfte selbst ihre digitalen Kompetenzen als genügend oder sogar gut ein. Suter et al. [Su19] führen in der JAMESfocus-Studie eine Befragung von ca. 100 Schweizer Lehrkräften zum Thema digitale Medien im Unterricht durch. Die befragten Lehrkräfte liefern eine positive Einschätzung zu ihren digitalen Kompetenzen, sehen aber auch einen Bedarf an technischem Support an der Schule und an Weiterbildungsangeboten zu technischen Aspekten. Dabei wird in der Publikation leider nicht klar, was genau unter technischen Aspekten verstanden wird. Auch in anderen Studien bleibt eher vage, was genau im technisch-informatischen Bereich getestet wird. In der NEPS-Umfrage [SIS20] wird vorwiegend Anwendungswissen geprüft, größtenteils mit Fragen zu *Klickpfaden* in konkreten Anwendungen, dazu einige wenige Fragen nach Fachbegriffen. Offen bleibt, inwieweit das entsprechende Konzeptwissen bei den Testpersonen vorhanden ist, um dieses Wissen zum Beispiel auf andere Applikationen, Betriebssysteme oder Gerätearten übertragen zu können, oder ob es sich lediglich um wenig nachhaltiges Produktwissen handelt.

Hatlevik [Ha17] untersucht die digitalen und ICT-Kompetenzen von norwegischen Lehrkräften und wie der Einsatz von ICT im Unterricht von den Kompetenzen der Lehrkräfte abhängt. Während hier auch vorwiegend Informationskompetenz und Anwendungswissen zum Gebrauch von Computern abgeprüft wird, sind auch einige Multiple Choice Fragen zu informatischem Grundwissen enthalten (*"What is a cookie?", "What does it mean that the email is encrypted?"*). Bei der Auswertung sind keine prinzipiellen Unterschiede in der Bewertung von eher anwendungsbezogenen Kompetenzen oder Informatik-Kompetenzen ersichtlich. Da die Antwortmöglichkeiten zu den Multiple-Choice Fragen aber nicht mit aufgeführt werden, fällt es schwer zu bewerten, welche Kompetenzen im Detail getestet wurden.

Da teilweise unklar ist, welche digitalen und ICT-Kompetenzen gemessen werden, sind auch die Ergebnisse schwer zu vergleichen. So finden, wie oben bereits erwähnt, Senkbeil et al. [SIS20] eher Defizite bei deutschen Studierenden ohne MINT-Fach. Demgegenüber untersuchen Siddiq et al. [SST16] vorwiegend die Informationskompetenz norwegischer Lehrkräfte und beobachten dabei, dass dort Lehrkräfte im Bereich Geisteswissenschaften, Sprachen und Kunst tendenziell mehr Wert auf die Entwicklung der digitalen Informations- und Kommunikationsfähigkeiten der Schüler*innen legen als Lehrkräfte aus den Naturwissenschaften.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass einige Studien tatsächlich einzelne Informatik-Aspekte mit einbeziehen, diese aber eher vage bleiben und sich mit technischen Aspekten vermischen. Viele der Studien beruhen (zumindest zum Teil) auf Selbsteinschätzungen der Studienteilnehmenden [z. B. Ha17; RL21; Su19]. Während dies natürlich zu wohl bekannten Problemen wie Fehleinschätzungen führen kann, wird durch Diskussion um die NEPS-Studie und die Studie von Hatlevik [Ha17] auch klar, dass es eine Herausforderung ist, Test-Items zu entwickeln, die tatsächliche Informatik-Kompetenz in Abgrenzung zu Anwendungswissen testen. Unsere in diesem Beitrag vorgestellte Umfrage arbeitet mit Selbsteinschätzungen der Studierenden, da gezielt die Selbsteinschätzung der Sicht eingeholt werden soll.

3 Aufbau und Durchführung der Umfrage

Für die Untersuchung der Einschätzungen der Lehramtsstudierenden zu Relevanz und Kompetenz muss festgelegt werden, welche einzelnen Aspekte von Informatikgrundlagen betrachtet werden sollen. Leider gab es bislang kein detailliertes, etabliertes Kompetenzraster zu Informatik-Kenntnissen für Lehrkräfte, sondern lediglich Bildungsziele für Schüler*innen, z. B. die GI-Bildungsstandards [GI08; GI16], sowie mit dem Gemeinsamen Referenzrahmen Informatik (GeRRI) [Rö20] eine Grundlage dafür, welche Informatik-Kenntnisse als Allgemeinbildung angesehen werden können. Diese können aber nicht direkt auf Lehrkräfte übertragen werden, da Lehrkräfte mit anderen Herausforderungen konfrontiert sind. Für Lehrkräfte beinhalten die meisten der etablierten Modelle zur digitalen Kompetenz (z. B. DigCompEdu [RP17], TPACK [KMC13]) keine Informatikgrundlagen. Der Orientierungsrahmen Digitale Kompetenzen für das Lehramt in den Naturwissenschaften (DiKoLAN) [Be20a] erwähnt Informatik-Kompetenzen ebenfalls nicht explizit, beinhaltet aber implizit viele wichtige Informatik-Konzepte. Das Modell des Frankfurt-Dreiecks [Br19], das DPACK-Modell von Döbeli Honegger [Dö21] sowie das Modell von Beißwenger et al. [Be20b] integrieren Informatikgrundlagen bewusst als wichtigen Teil für digitale Kompetenzen, beinhalten aber auch keine Details, welche genauen Aspekte besonders wichtig sind. Glücklicherweise steht ein von einem GI-Arbeitskreis entwickelter Kompetenzrahmen kurz vor der Veröffentlichung [GI23]. An dessen Entwicklung waren auch wir beteiligt und (Zwischen-)Ergebnisse sind kontinuierlich in die Konzeption und Weiterentwicklung unseres an der Universität Konstanz angebotenen Kurses zu Informatikgrundlagen für Lehramtsstudierende aller Fächer eingeflossen, dessen Aufbau und Inhalt wir zunächst für die

Entwicklung unserer Items herangezogen haben. Er wurde auf der Grundlage einschlägiger wissenschaftlicher Publikationen zur Entwicklung von Informatik-Grundlagenkursen für (Lehramts-)Studierende sowie unter besonderer Berücksichtigung von der Kultusministerkonferenz (KMK) geforderten Kompetenzen für Lehrkräfte [Se19a; Se19b] entworfen. Um den praxisorientierten Charakter des Kurses zu gewährleisten, wurde die Berufspraxis von Lehrkräften gezielt in die Konzeption integriert. Die Herausforderungen, denen Lehrkräfte im Unterricht gegenüberstehen, wurden analysiert und berücksichtigt, um den Kursinhalten eine hohe Relevanz für die unterrichtliche Praxis zu verleihen. Die Planung und Weiterentwicklung des Kurses wurde bereits auf Fachkonferenzen präsentiert [BPS21; BPS23] und durch den Dialog mit Expert*innen aus dem Bereich der Informatikdidaktik weiter optimiert.

Der Fragebogen für die Umfrage unter allen Lehramtsstudierenden umfasst die Inhalte dieses Kurses. Die Kompetenzen gegliedert wurden nach den Themenbereichen *allgemeine Grundlagen der Informatik*, *Codierung und Speicherung*, *Datenschutz und Datensicherheit*, *Rechneraufbau*, *Rechnernetze* sowie *Algorithmik und Programmierung* inklusive Items zu Künstlicher Intelligenz abgefragt. Die Items werden in Tabelle 1 aufgeführt.

Für die Items wurde jeweils danach gefragt, für wie relevant die Studienteilnehmenden es halten, dass Lehrkräfte über entsprechende Kompetenzen in diesen Bereichen verfügen und wie sie ihre eigene Kompetenz einschätzen. Wie aus der Aufstellung ersichtlich wird, wurden dabei in der Regel die verschiedenen Kompetenzstufen unterschieden zwischen dem bloßen Wissen und der Kompetenz, dieses auch situationsgerecht anwenden zu können.

Bei jeder Einschätzungsfrage konnten die Studierenden eine Bewertung in einer 5-stufigen Skala vornehmen, von *überhaupt nicht relevant* zu *sehr relevant* bzw. bei der Einschätzung der eigenen Kompetenzen für „Ich kann..." von *trifft überhaupt nicht zu* bis *trifft voll zu*. Für die soziodemografische Beschreibung der Stichprobe und vergleichende Auswertung wurden folgende Items zur Person erhoben: Geschlecht, Alter, Hochschulsemester, Fächer und Studiengang.

Der Erhebungszeitraum der Umfrage war im Dezember 2022 und Januar 2023. Unsere Zielgruppe beinhaltete alle Lehramtsstudierenden der Universität Konstanz: ca. 1.350 Studierende des Bachelor und Master of Education für das Lehramt an Gymnasien und ca. 200 Master-Studierende Wirtschaftspädagogik im Wintersemester 2022/23. Die Studierenden wurden sowohl über die Dozierenden der Fachdidaktiken als auch über einen zentralen E-Mail-Verteiler zu der freiwilligen Befragung eingeladen.

4 Auswertung und Ergebnisse

Insgesamt konnten 125 Datensätze in die Auswertung genommen werden. Die Rücklaufquote betrug also ca. 8%. Unter diesen Studierenden sind 56,0% weiblich und 42,4% männlich. In einem Fragebogen wurde das Geschlecht als *divers* angegeben und in einem Fragebogen

Informatik allg.	• erklären können, was Informatik genau ist • die wichtigsten historischen Entwicklungen im Bereich der Informatik benennen können • beschreiben können, welche Rolle Informatik in der heutigen Gesellschaft spielt • angeben können, wie Informatik in der Schule curricular verankert ist • beschreiben können, wie digitale Kompetenzen (durch die Bildungspläne) allgemein in der Schule integriert werden sollen
Daten und Codierung	• beschreiben können, wie Zeichen codiert werden • Probleme beheben können, zu denen es zum Beispiel kommt, wenn man gemeinsam auf unterschiedlichen Systemen an einem Text arbeitet • beschreiben können, wie Zahlen codiert werden? • begründen können, warum Werte teilweise nur mit begrenzter Genauigkeit gespeichert werden können • verschiedene Dateiformate (z.B. pdf, txt, docx) kennen und gezielt auswählen können • verschiedene Codierungen für Farben kennen • sinnvoll entscheiden können, ob eine konkrete Abbildung oder ein Bild als Pixel- oder Vektorgrafik gespeichert werden sollte
Datenschutz & -sicherheit	• die wichtigsten rechtlichen Vorgaben für den Datenschutz benennen und anwenden können • die medialen Diskussionen zum Thema Datenschutz in der Schule nachvollziehen und einordnen können • für die Schule oder im Alltag gängige Tools (z.B. WhatsApp, Instagram, ILIAS, Moodle, Padlet) bezüglich ihres Datenschutzmanagements bewerten können • E-Mails und Festplatten verschlüsseln können • einfache (historische) Verschlüsselungsverfahren für Nachrichten, z.B. die Caesar-Verschlüsselung, selbst anwenden können • die Grundideen von modernen Verschlüsselungsverfahren für E-Mails erklären können
Rechneraufbau	• die gängigen Anschlüsse, Hardwarekomponenten und Schnittstellen eines Computers erkennen und benennen können • erklären können, warum ein Computer nur 0 und 1 „versteht“ • Speichergrößen von Festplatten und anderen Speichermedien einordnen können • einfache logische Operationen selbst durchführen können
Rechnernetze	• Geräte konfigurieren können, um in Netzwerken auf gemeinsame Ressourcen zugreifen oder miteinander kommunizieren zu können • Sicherheitsaspekte und Vorkehrungen in Heim- und Schulnetzwerken voneinander abgrenzen und einschätzen können • Grundkenntnisse darüber haben, wie Rechner im Internet Daten austauschen • einschätzen können, welche Spuren beim Surfen im Netz hinterlassen werden • grundlegende Schutzprinzipien einhalten und den Umgang mit Metadaten einordnen können
Algo. & Programm.	• beschreiben können, was ein Algorithmus ist • einschätzen können, welche Rolle Algorithmen heutzutage spielen • erklären können, wie ein Computer eine Sequenz von Anweisungen verarbeitet • Abläufe selbst als Sequenz von Anweisungen beschreiben können • einfache Sequenzen von Anweisungen in einer Programmiersprache umsetzen können • erklären können, was Künstliche Intelligenz (KI) ist • beschreiben können, was heute mit KI schon möglich ist und wo Grenzen sind • erklären können, wie eine Suchmaschine funktioniert

Tab. 1: Übersicht der Items aus der Umfrage

blieb die Angabe aus. Im Schnitt waren die Antwortenden im achten Hochschulsemester, 58,4% sind im Bachelor- und 42,6% im Masterstudium. Mit 49,6% studiert fast die Hälfte mindestens ein MINT-Fach, 23,2% der Teilnehmenden studieren Informatik. Letztere haben wir bei der Auswertung weitestgehend ausgeschlossen, da sie nicht zur eigentlichen Zielgruppe für Informatik-Grundlagenkurse gehören und lediglich bei der Ermittlung der empfundenen Defizite als separate Gruppe wieder betrachtet, um auch von ihnen empfundene Kompetenz-Lücken zu ermitteln.

Neben der deskriptiven Statistik wurden Gruppenvergleiche durchgeführt. Da wir nicht von gleichen Distanzen zwischen den Ausprägungen ausgehen können, verwenden wir rangbasierte Verfahren für die Analyse: Spearmann-Korrelation für die Zusammenhänge und Mann-Whitney-U-Tests für die Gruppenvergleiche. Als Signifikanzniveau haben wir stets $\alpha = 0,05$ gewählt.

4.1 Einschätzungen zur Relevanz der Inhalte

Bei der Einschätzung der Relevanz gab es teils deutliche Unterschiede zwischen den Themen und für manche Themen auch zwischen dessen Aspekten, siehe Abbildung 1. Als besonders relevant wurden einige Aspekte aus dem Themenbereich *Datenschutz und Datensicherheit* angesehen. Die eindeutig höchste Relevanzeinschätzung innerhalb dieses Themas sehen die Studierenden bei rechtlichen Vorgaben und den medialen Diskussionen zu Datenschutz an Schulen. Auch der Aspekt *Dateiformate kennen und gezielt auswählen* tritt in dem Thema *Daten und Codierung* deutlich hervor, weil 94,8% hier eine Relevanz von mindestens 4 sehen. Beim Thema *Rechnernetze* erhalten alle Unterthemen Relevanzwerte mit mindestens der Einstufung 4 von mehr als 60% der Studierenden.

Die Anteile der Studierenden, die Aspekte als *überhaupt nicht relevant* einschätzen, ist über alle Themen hinweg sehr niedrig. Lediglich die Einschätzungen als *weniger relevant* häufen sich im Thema *Daten und Codierung*, wo vier von sieben Kompetenzen jeweils mehrheitlich den beiden niedrigsten Relevanzstufen (mit Anteilen zwischen 48,9% und 63,2%) beigemessen werden. Dabei sind diejenigen Kompetenzen besonders wenig relevant eingeschätzt, die grundlegend Codierung von Zeichen, Zahlen und Farben in den Fokus nehmen und weniger auf der praktischen Anwendungsebene liegen. Diese Beobachtung trifft auch auf den Aspekt *Historische Entwicklungen in der Informatik* zu, für den 61,5% ebenfalls nur eine geringe Relevanzeinschätzung der Stufe 1 und 2 liefern. Im Bereich *Algorithmik und Programmierung* sind es die allgemeineren Fragen zum Begriff bzw. der Rolle von Algorithmen, die höhere Relevanzwerte bekommen, als die zu Details auf der Ebene der Anweisungen.

Vergleichen wir Studierende mit mindestens einem mathematisch-naturwissenschaftlichen Fach (Mathematik, Biologie, Chemie oder Physik) mit solchen ohne MINT-Fach, so findet sich lediglich ein signifikanter Unterschied, nämlich beim Algorithmusbegriff, dessen Relevanz die Studierenden ohne MINT-Fach leicht niedriger bewerten (schwacher Effekt,

	Relevanz					Einschätzung eigene Kompetenzen				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
Informatik allgemein										
Begriff Informatik erklären	16,7	42,7	16,7	21,9	2,1	6,3	30,2	13,5	37,5	12,5
wichtige historische Entwicklungen benennen	2,1	19,8	16,7	39,6	21,9	2,1	7,3	9,4	32,3	49,0
Rolle der Informatik in der heutigen Gesellschaft	44,8	40,6	6,3	7,3	1,0	14,6	51,0	18,8	12,5	3,1
Curriculare Verankerung der Schul-Informatik	15,8	45,3	24,2	14,7	0,0	0,0	27,4	23,2	33,7	15,8
Integration digitale Kompetenzen in der Schule	46,9	40,6	8,3	4,2	0,0	9,4	31,3	24,0	27,1	8,3
Daten und Codierung										
Codierung von Zeichen beschreiben	3,2	12,6	21,1	51,6	11,6	4,2	10,4	7,3	30,2	47,9
Probleme mit Texten auf versch. Systemen beheben	27,7	52,1	8,5	7,4	4,3	14,7	35,8	11,6	24,2	13,7
Codierung von Zahlen beschreiben	1,1	18,1	25,5	41,5	13,8	4,2	12,5	12,5	21,9	49,0
Speicherung mit begrenzter Genauigkeit erklären	4,3	23,4	23,4	35,1	13,8	5,2	16,7	7,3	30,2	40,6
Dateiformate kennen und gezielt auswählen	69,8	25,0	2,1	1,0	2,1	50,0	35,4	6,3	5,2	3,1
Codierungen für Farben kennen	2,1	17,0	21,3	37,2	22,3	10,4	8,3	5,2	24,0	52,1
Pixel- oder Vektorgrafiken sinnvoll auswählen	8,4	29,5	27,4	23,2	11,6	10,4	18,8	10,4	16,7	43,8
Datenschutz und -sicherheit										
rechtlichen Vorgaben für den Datenschutz	55,2	35,4	6,3	3,1	0,0	8,3	30,2	18,8	29,2	13,5
medialen Diskussionen zu Datenschutz in Schulen	52,6	40,0	6,3	0,0	1,1	17,7	37,5	18,8	17,7	8,3
Datenschutzmanagement für Schule und Alltag	56,3	35,4	6,3	2,1	0,0	14,6	38,5	13,5	21,9	11,5
E-Mails und Festplatten verschlüsseln	31,6	41,1	17,9	7,4	2,1	9,5	10,5	6,3	31,6	42,1
einfache (historische) Verschlüsselungsverfahren	8,5	29,8	26,6	26,6	8,5	7,4	10,5	7,4	21,1	53,7
Grundideen mod. Verschlüsselungsverf. erklären	10,5	30,5	28,4	18,9	11,6	7,4	11,6	7,4	24,2	49,5
Rechneraufbau										
Anschlüsse, Hardwarekomponenten, Schnittstellen	42,1	33,7	12,6	9,5	2,1	29,2	34,4	11,5	13,5	11,5
erklären, warum Computer nur 0 und 1 „verstehen"	9,5	26,3	27,4	30,5	6,3	14,6	27,1	15,6	18,8	24,0
Speichergrößen einordnen	25,0	45,8	12,5	12,5	4,2	31,3	37,5	13,5	10,4	7,3
einfache logische Operationen durchführen	29,0	37,6	14,0	17,2	2,2	20,4	35,5	14,0	20,4	9,7
Rechnernetze										
Geräte in Netzwerken konfigurieren	32,3	43,8	8,3	13,5	2,1	10,5	31,6	17,9	21,1	18,9
Sicherheit in Heim- und Schulnetzwerken	29,2	41,7	16,7	9,4	3,1	9,5	26,3	22,1	17,9	24,2
Grundkenntnisse über Datenaustausch im Internet	20,8	43,8	19,8	10,4	5,2	10,5	24,2	17,9	25,3	22,1
Spuren im Netz einschätzen	52,6	36,8	6,3	2,1	2,1	14,9	45,7	13,8	14,9	10,6
Schutzprinzipien für Metadaten einhalten	39,6	42,7	8,3	6,3	3,1	9,6	29,8	20,2	19,1	21,3
Algorithmik und Programmierung										
Begriff Algorithmus beschreiben	25,0	45,8	13,5	11,5	4,2	24,0	42,7	9,4	15,6	8,3
Rolle von Algorithmen heutzutage einschätzen	37,5	42,7	9,4	7,3	3,1	30,2	38,5	10,4	11,5	9,4
erklären, wie Computer Anweisungen verarbeiten	8,3	32,3	17,7	30,2	11,5	7,3	17,7	14,6	27,1	33,3
Ablauf als Sequenz von Anweisungen beschreiben	5,2	28,1	22,9	28,1	15,6	9,6	18,1	9,6	23,4	39,4
einfache Sequenzen selbst programmieren	6,3	15,8	26,3	32,6	18,9	10,4	16,7	7,3	21,9	43,8
Begriff Künstliche Intelligenz (KI) erklären	42,1	40,0	8,4	7,4	2,1	21,9	43,8	14,6	13,5	6,3
Möglichkeiten und Grenzen von KI beschreiben	35,8	43,2	11,6	7,4	2,1	18,8	39,6	17,7	14,6	9,4
Funktionsweise von Suchmaschinen erklären	43,8	41,7	11,5	2,1	1,0	17,9	37,9	12,6	26,3	5,3

Abb. 1: Anteil der Studierenden pro Thema mit Einschätzung der Relevanz von 5 *sehr relevant* bis 1 *überhaupt nicht relevant* und der eigenen Kompetenzen von 5 *trifft voll zu* bis 1 *trifft überhaupt nicht zu*

$r = 0,21$). Beim Vergleich von Studierenden im Bachelor of Education mit solchem im Masterstudium finden sich zwar bei den meisten Themen leicht niedrigere Rangmittelwerte und damit höhere Relevanzeinschätzungen unter den Master-Studierenden, aber keiner dieser Unterschiede ist signifikant.

4.2 Einschätzungen der eigenen Kompetenzen

Auch bei der Einschätzung der eigenen Kompetenzen finden sich teils große Unterschiede (ebenfalls Abbildung 1). Besonders viele Studierende schätzen ihre Kompetenzen zu den

Aspekten im Thema *Rechneraufbau* hoch ein, mit Werten mit mehr als 50% auf den Stufen 4 und 5. Eine Ausnahme bildet hier lediglich die Frage *erklären können, warum ein Computer nur 0 und 1 „versteht"*. In den Themen *Rechnernetze* sowie *Datenschutz* und noch mehr bei *Datensicherheit* schätzen dagegen viele ihre Kompetenzen eher niedrig ein. Auch im Thema *Daten und Codierung* gibt es einige Aspekte mit eher niedriger Kompetenzeinschätzung mit Werten über 40% auf der niedrigsten Stufe. Hierzu zählen Kompetenzen auf dem grundlegenden Gebiet der Codierung von Zeichen, Zahlen und Farben, aber auch der Umgang mit Grafikformaten oder die Konsequenzen der begrenzten Stellengenauigkeit beim Speichern gehören dazu. Im Thema *Algorithmik und Programmierung* sind es vor allem die Aspekte der *Programmierung*, für die ein hoher Anteil der Studierenden die eigenen Kompetenzen als niedrig einschätzt. Auch hier treten, wie bei der Relevanzeinschätzung, die Kompetenzen auf der Anweisungsebene wieder besonders hervor: Zwischen 33% und fast 44% der Studierenden sehen sich nur auf der niedrigsten Kompetenzstufe.

Vergleichen wir Studierende mit mindestens einem mathematisch-naturwissenschaftlichen Fach mit solchen ohne MINT-Fach, so zeigen sich signifikante Unterschiede mit schwachem bis mittlerem Effekt nur bei den Aspekten *Ablauf als Sequenz von Anweisungen beschreiben* ($r = 0,25$) und *einfache Sequenzen selbst programmieren* ($r = 0,32$) sowie *erklären, warum Computer nur 0 und 1 „verstehen"* ($r = 0,34$), wo jeweils erstere ihre Kompetenzen höher einschätzen.

Vergleichen wir Studierende im Bachelorstudium mit Studierenden im Masterstudium, findet sich nur ein signifikanter Unterschied: Für den Aspekt *Rolle der Informatik in der heutigen Gesellschaft* schätzen Studierende im Master ihre Kompetenzen höher ein (schwacher Effekt, $r = 0,21$) als Bachelor-Studierende. Eine Korrelationsanalyse nach Spearman zeigt ebenfalls nur für einzelne Aspekte einen signifikanten schwach positiven ($\rho < 0,23$) Zusammenhang mit dem Hochschulsemester, darunter ebenfalls der Aspekt *Rolle der Informatik in der heutigen Gesellschaft*.

4.3 Kompetenz-Defizite

Durch einen Vergleich der Angaben zur eigenen Kompetenz und der Einschätzung zur Relevanz für den Lehrberuf lässt sich ableiten, in welchen Themenbereichen und Aspekten die Studienteilnehmenden Kompetenz-Defizite sehen könnten. Wir haben in der Umfrage auf eine direkte Abfrage der Einschätzung zu Defiziten verzichtet, da eine Interpretation ohne die Angabe zu Relevanz- und Kompetenzeinschätzung schwierig ist. Würde im Fragebogen angegeben, dass in einem bestimmten Themenbereich kein Defizit gesehen wird, so bliebe offen, was der Grund dafür ist: dass sich die Teilnehmenden in diesem Bereich als kompetent einschätzen oder dass sie den Themenbereich als nicht relevant einschätzen. Aus diesem Grund leiten wir die Beurteilung der Defizite aus den Angaben zur Relevanz- und Kompetenzeinschätzung ab: Wir gehen davon aus, dass Defizite dann gesehen werden, wenn die Studierenden einerseits einen Aspekt als *eher relevant* oder *sehr relevant* erachten

und andererseits die eigene Kompetenz in diesem Aspekt mit *trifft eher nicht zu* oder *trifft überhaupt nicht zu* beschreiben.

Die Anteile der Teilnehmenden mit so definierten Defiziten sind in Abbildung 2 dargestellt. Hier findet sich einen besonders hoher Anteil von Studierenden bei den Themen *Datenschutz und Datensicherheit* sowie *Rechnernetze*. Mit 41% am höchsten war der Anteil beim Aspekt *E-Mails und Festplatten verschlüsseln können*. Noch deutlicher werden die Anteile, wenn wir nach Studienfächern unterscheiden: unter den Studierenden ohne MINT-Fach ist er bei fast allen Themen größerer (bis zu 54% beim Aspekt *E-Mails und Festplatten verschlüsseln*) als bei Studierenden mit mindestens einem mathematisch-naturwissenschaftlichen Fach und - wenig überraschend - unter Studierenden mit dem Fach Informatik fast durchweg sehr klein. Aber auch bei den Informatik-Studierenden sind die Anteile für die Themen *Datenschutz und Datensicherheit* und *Rechnernetze* am höchsten – auch wenn diese sich wahrscheinlich auf ein anderes Niveau beziehen. Unterschiede zwischen den verschiedenen Fächergruppen sind auch in anderen Bereichen ersichtlich. Bei den Aspekten *Sicherheit im Heim- und Schulnetzwerk*, *Grundkenntnisse über Datenaustausch im Internet* sowie beim *Begriff Algorithmus beschreiben*, der *Rolle von Algorithmen heutzutage einschätzen* und *erklären, wie Computer Anweisungen verarbeiten* beträgt der Unterschied zwischen Studierenden mit mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern und Studierenden ohne MINT-Fach mehr als 10%. Bei der *Funktionsweise von Suchmaschinen erklären* sehen 25% der Studierenden aus allen Fächergruppen (außer Informatik-Studierende) Defizite. Da Informationskompetenz eine sehr hohe Bedeutung einnimmt als Bestandteil der digitalen Kompetenzen und die Informationskompetenz aus unserer Sicht ein grundlegendes Verständnis von der Funktionsweise von Suchmaschinen einschließt, ist auch dieser Wert als sehr hoch einzuschätzen.

Auffällig ist beim Vergleich zwischen Relevanz- und Kompetenzeinschätzung auch, dass viele der Teilaspekte, die eher die theoretischen Grundlagen abdecken, als weniger relevant eingeschätzt wurden (s.o.) und deshalb bei diesen Aspekten auch weniger Defizite gesehen werden. Dies betrifft z.B. die Aspekte *Codierung von Zeichen, Zahlen und Farben* sowie *wichtige historische Entwicklungen benennen*. Die theoretischen Grundlagen sind allerdings wichtig, um die eher anwendungsorientierten Aspekte richtig einordnen und deren Hintergründe verstehen zu können. Beispielsweise kann die Rolle der Informatik in der heutigen Gesellschaft nur richtig eingeschätzt und bewertet werden, wenn zumindest einige wichtige Meilensteine der Informatik und deren zeitliche Einordnung bekannt sind.

5 Diskussion und Abschluss

Mit der Auswertung unserer Befragung können wir erste Erkenntnisse liefern, in welchen Bereichen Lehramtsstudierende aller Fächer Informatikgrundlagen als relevant für den späteren Lehrberuf ansehen, wie sie ihre eigenen Kompetenzen einschätzen und wo sich gegebenenfalls Defizite zeigen.

	alle Fächer	ohne MINT	Math-Nat	Informatik
Informatik allgemein				
Begriff Informatik erklären	19,2	31,7	12,1	0,0
wichtige historische Entwicklungen benennen	13,6	12,7	21,2	6,9
Rolle der Informatik in der heutigen Gesellschaft	8,8	9,5	15,2	0,0
Curriculare Verankerung der Schul-Informatik	23,4	30,2	21,9	10,3
Integration digitale Kompetenzen in der Schule	25,6	28,6	30,3	13,8
Daten und Codierung				
Codierung von Zeichen beschreiben	7,3	9,5	9,4	0,0
Probleme mit Texten auf versch. Systemen beheben	22,0	26,2	27,3	6,9
Codierung von Zahlen beschreiben	8,1	9,8	9,1	3,4
Speicherung mit begrenzter Genauigkeit erklären	13,0	16,4	18,2	0,0
Dateiformate kennen und gezielt auswählen	3,2	3,2	6,1	0,0
Codierungen für Farben kennen	7,3	9,7	9,4	0,0
Pixel- oder Vektorgrafiken sinnvoll auswählen	15,3	19,4	15,2	6,9
Datenschutz und -sicherheit				
rechtlichen Vorgaben für den Datenschutz	29,6	36,5	36,4	6,9
medialen Diskussionen zu Datenschutz in Schulen	19,4	25,4	21,9	3,4
Datenschutzmanagement für Schule und Alltag	24,8	31,7	24,2	10,3
E-Mails und Festplatten verschlüsseln	41,1	54,0	40,6	13,8
einfache (historische) Verschlüsselungsverfahren	23,6	35,5	12,5	10,3
Grundideen mod. Verschlüsselungsverf. erklären	22,6	33,3	12,5	10,3
Rechneraufbau				
Anschlüsse, Hardwarekomponenten, Schnittstellen	11,4	17,7	9,1	0,0
erklären, warum Computer nur 0 und 1 „verstehen"	9,7	16,1	3,0	3,4
Speichergrößen einordnen	8,0	14,3	0,0	3,4
einfache logische Operationen durchführen	9,8	16,7	6,1	0,0
Rechnernetze				
Geräte in Netzwerken konfigurieren	25,0	29,0	24,2	17,2
Sicherheit in Heim- und Schulnetzwerken	24,2	29,0	18,2	20,7
Grundkenntnisse über Datenaustausch im Internet	22,6	30,6	18,2	10,3
Spuren im Netz einschätzen	14,6	17,7	18,8	3,4
Schutzprinzipien für Metadaten einhalten	26,2	32,3	31,3	7,1
Algorithmik und Programmierung				
Begriff Algorithmus beschreiben	12,0	19,0	6,1	3,4
Rolle von Algorithmen heutzutage einschätzen	10,4	15,9	6,1	3,4
erklären, wie Computer Anweisungen verarbeiten	19,2	27,0	12,1	10,3
Ablauf als Sequenz von Anweisungen beschreiben	13,1	22,6	0,0	7,1
einfache Sequenzen selbst programmieren	8,9	12,9	6,1	3,4
Begriff Künstliche Intelligenz (KI) erklären	9,7	9,7	12,1	6,9
Möglichkeiten und Grenzen von KI beschreiben	13,7	15,9	15,6	6,9
Funktionsweise von Suchmaschinen erklären	20,2	25,4	25,0	3,4

Abb. 2: Anteil der Studierenden pro Thema mit hoher Einschätzung der Relevanz bei niedriger Einschätzung der eigenen Kompetenzen, über alle Fächer vs. verschiedene Fächerkombination

Ähnlich wie bei anderen Studien [z.B. Su19] beruht die Kompetenzmessung auf Selbsteinschätzungen von freiwillig an der Studie Teilnehmenden. Durch die freiwillige Teilnahme ist es natürlich sehr gut möglich, dass vor allem diejenigen Studierenden teilgenommen

haben, die ein gewisses Interesse an dem Thema haben. Die Ergebnisse lassen sich deshalb nicht direkt auf alle Studierenden übertragen. Auch die Verwendung von Selbsteinschätzungen zur Angabe der Kompetenzen ohne ein direkter Vergleich zur tatsächlich messbaren Kompetenz ist selbstverständlich eine Schwäche der Befragung, da Studienteilnehmende ohne Informatik-Grundkenntnisse die Themen missverstehen und dadurch falsch einordnen könnten. Es wäre deshalb wünschenswert, über ein etabliertes Kompetenzraster speziell für Lehrkräfte zu verfügen und dazu Test-Items zu entwickeln, welche diese Kompetenzen direkt messen. Die Ergebnisse solcher Kompetenztests könnten dann in Relation zu den hier erhobenen Selbsteinschätzungen gesetzt werden.

Trotz der Einschränkungen liefert die Umfrage wichtige Einblicke für die (Weiter-) Entwicklung von Lehrangeboten im Bereich Informatik für Lehramtsstudierende und Lehrkräfte aller Fächer. Sie weist auf Themen-Bereiche hin, in denen Lehramtsstudierende bei sich selbst Kompetenzdefizite sehen. Hier ist anzunehmen, dass die intrinsische Motivation, sich zu den Themen weiterzubilden, hoch ist und so können sie als Aufhänger genutzt werden. Auch sollten sich Lehrangebote bemühen, die Zusammenhänge zwischen den theoretischen Grundlagen, die als nicht besonders relevant bewertet wurden, und den eher anwendungsbezogenen darauf aufbauenden Aspekten aufzuzeigen.

Die beobachteten Unterschiede zwischen Studierenden mit und ohne MINT-Fach können helfen, ganz gezielt Beispiele auszuwählen, um die Relevanz von Themen für alle Fächer zu verdeutlichen. Die teils als sehr hoch beurteilten Defizite der Studierenden ohne MINT-Fach sind bedenklich, denn auch bzw. gerade Lehrkräfte aus den Sprachen und Gesellschaftswissenschaften sind mit neuen Herausforderungen durch ChatGPT, DeepL oder Grammarly konfrontiert und sollten deren Möglichkeiten und Grenzen einschätzen können. In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass die Befragung der Studierenden erfolgte, bevor ChatGPT solch breite mediale Aufmerksamkeit erlangte. Diese Einschätzungen der Studierenden im Thema *Algorithmik* könnte sich also schon geändert haben.

In unserer Auswertung hatten wir begonnen, auch Geschlechterunterschiede zu untersuchen und tatsächlich einzelne mit schwachem bis mittleren Effekt gefunden. Um diese sinnvoll zu interpretieren, müssten aber weitere Analysen durchgeführt werden, zum Beispiel wie sich diese Unterschiede auf die Fach-Richtungen verteilen. Da wir außerdem zunächst keine sinnvollen Implikationen für die Gestaltung von Informatik-Grundlagenkursen sehen, haben von einer Darstellung dieser vorläufigen Ergebnisse zunächst abgesehen.

Dass sich Bachelor- und Masterstudierende größtenteils nicht signifikant unterscheiden, ist wenig verwunderlich, da Informatik-Inhalte im Lehramtsstudium an unserer Universität bisher nicht verpflichtend integriert sind (außer für angehende Informatik-Lehrkräfte). Dies zeigt, wie wichtig Lehrangebote in diesem Bereich für angehende und aktive Lehrkräfte sind und dass deshalb umgehend solche Angebote verpflichtend in die Curricula der Lehramtsstudiengänge aufgenommen werden müssen.

Literatur

[Al21] Albrecht, C.; Seegerer, S.; Frederking, V.; Koubek, J.; Romeike, R.: Digitale Kompetenzen im Fach überfachlich fördern — Ein Blended Learning-Kurs für das Unterrichten in der digitalen Welt. In (Maurer, C.; Rincke, K.; Hemmer, M., Hrsg.): Fachliche Bildung und digitale Transformation – Fachdidaktische Forschung und Diskurse. Fachtagung der Gesellschaft für Fachdidaktik 2020. S. 28–31, 2021.

[Be20a] Becker, S.; Bruckermann, T.; Finger, A.; Huwer, J.; Kremser, E.; Meier, M.; Thoms, L.-J.; Thyssen, C.; von Kotzebue, L.: Orientierungsrahmen Digitale Kompetenzen für das Lehramt in den Naturwissenschaften – DiKoLAN. In (Becker, S.; Meßinger-Koppelt, J.; Thyssen, C., Hrsg.): Digitale Basiskompetenzen – Orientierungshilfe und Praxisbeispiele für die universitäre Lehramtsausbildung in den Naturwissenschaften. Joachim Herz Stiftung, Hamburg, S. 14–43, 2020.

[Be20b] Beißwenger, M.; Borukhovich-Weis, S.; Brinda, T.; Bulizek, B.; Burovikhina, V.; Cyra, K.; Gryl, I.; Tobinski, D.: Ein integratives Modell digitalisierungsbezogener Kompetenzen für die Lehramtsausbildung. In (Beißwenger, M.; Bulizek, B.; Gryl, I.; Schacht, F., Hrsg.): Digitale Innovationen und Kompetenzen in der Lehramtsausbildung. Universitätsverband Rhein-Ruhr, Duisburg, S. 45–76, 2020.

[BPS21] Braun, D.; Pampel, B.; Seiss, M.: Informatik-Grundlagen für Lehramtsstudierende: Ein Spagat zwischen Grundlagen- und Anwenderwissen. In (Humbert, L., Hrsg.): INFOS 2021 – 19. GI-Fachtagung Informatik und Schule. Gesellschaft für Informatik, Bonn, S. 193–202, 2021.

[BPS23] Braun, D.; Pampel, B.; Seiss, M.: Informatics for Teachers of All Subjects: A Balancing Act between Conceptual Knowledge and Applications. In: World Conference on Computers in Education (WCCE), Hiroshima 2022. to appear, Springer, 2023.

[Br19] Brinda, T.; Brüggen, N.; Diethelm, I.; Knaus, T.; Kommer, S.; Kopf, C.; Missomelius, P.; Tilemann, F.; Weich, A.: Frankfurt-Dreieck zur Bildung in der digital vernetzten Welt – Ein interdisziplinäres Modell. In (Pasternak, A., Hrsg.): Informatik für alle: 18. GI-Fachtagung Informatik und Schule. Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), S. 25–33, 2019.

[Dö21] Döbeli Honegger, B.: Covid-19 und die digitale Transformation in der Schweizer Lehrerinnen- und Lehrerbildung. Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung 39/3, S. 411–422, 2021.

[Ge20] Gesellschaft für Informatik e.V.: Offensive Digitale Schultransformation, 2020, URL: https://offensive-digitale-schultransformation.de/.

[GI08] Gesellschaft für Informatik e. V., Hrsg.: Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule – Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I, Erarbeitet vom Arbeitskreis „Bildungsstandards“ – Beschluss des GI-Präsidiums vom 24. Januar 2008 – veröffentlicht als Beilage zu LOG IN 28 (2008) Heft 150/151, Apr. 2008, URL: https://t1p.de/7wru, Stand: 27. 05. 2023.

[GI16] Gesellschaft für Informatik e. V., Hrsg.: Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe II, Erarbeitet vom Arbeitskreis „Bildungsstandards SII“ – Beschluss des GI-Präsidiums vom 29. Januar 2016 – veröffentlicht als Beilage zu LOG IN 36 (2016) Heft 183/184, Apr. 2016, URL: https://t1p.de/kjy9, Stand: 27. 05. 2023.

[GI23] Gesellschaft für Informatik e. V., Hrsg.: Informatikkompetenzen für alle Lehrkräfte – Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik e. V. Erarbeitet vom Arbeitskreis Lehrkräftebildung – Beschluss des GI-Präsidiums vom 30.06.2023, im Druck.

[Ha17] Hatlevik, O. E.: Examining the Relationship between Teachers' Self-Efficacy, Their Digital Competence, Strategies to Evaluate Information, and Use of ICT at School. Scandinavian Journal of Educational Research 61/5, S. 555–567, 2017.

[Ha19] Haselmeier, K.: Informatik in der Grundschule - Stellschraube Lehrerbildung: Zur Notwendigkeit nachhaltiger informatischer Bildung für angehende Grundschullehrkräfte. In (Pasternak, A., Hrsg.): Informatik für alle: 18. GI-Fachtagung Informatik und Schule. Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), S. 89–98, 2019.

[KMC13] Koehler, M. J.; Mishra, P.; Cain, M. W.: What is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)? Journal of Education 193/3, S. 13–19, 2013.

[Kö22] Köller, O.; Thiel, F.; van Ackeren, I.; Anders, Y.; Becker-Mrotzek, M.; Cress, U.; Diehl, C.; Kleickmann, T.; Lütje-Klose, B.; Prediger, S.; Seeber, S.; Ziegler, B.; Kuper, H.; Stanat, P.; Maaz, K.; Lewalter, D.: Digitalisierung im Bildungssystem: Handlungsempfehlungen von der Kita bis zur Hochschule: Gutachten der Ständigen Wissenschaftlichen Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK), 2022, URL: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/KMK/SWK/2022/SWK-2022-Gutachten_Digitalisierung.pdf.

[LH19] Losch, D.; Humbert, L.: Informatische Bildung für alle Lehramtsstudierenden: Reformprozess einer allgemeinbildenden Informatikveranstaltung in der universitären Lehrerbildung. In (Pasternak, A., Hrsg.): Informatik für alle: 18. GI-Fachtagung Informatik und Schule. Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), S. 119–128, 2019.

[NDB21] Nenner, C.; Damnik, G.; Bergner, N.: Integration informatischer Bildung ins Grundschullehramtsstudium. In (Humbert, L., Hrsg.): INFOS 2021 – 19. GI-Fachtagung Informatik und Schule. Gesellschaft für Informatik, Bonn, S. 103–112, 2021.

[RL21] Rubach, C.; Lazarides, R.: Heterogene digitale Kompetenzselbsteinschätzungen bei Lehramtsstudierenden. In: Digitalisierung in Studium und Lehre gemeinsam gestalten: Innovative Formate, Strategien und Netzwerke. Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 453–473, 2021.

[Rö20] Röhner, G.; Brinda, T.; Fricke, M.; Gevers, M.; Hug, A.; Losch, D.; Puhlmann, H.: Gemeinsamer Referenzrahmen Informatik (GeRRI) – Mindeststandards für die auf Informatik bezogene Bildung. Empfehlung des MNU-Verbands zur Förderung des MINT-Unterrichts und der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), 2020, URL: https://www.mnu.de/images/publikationen/Informatik/GeRRI_komplett_WEB.pdf.

[RP17] Redecker, C.; Punie, Y.: European Framework for the Digital Competence of Educators (DigCompEdu), 2017, URL: https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/fcc33b68-d581-11e7-a5b9-01aa75ed71a1.

[Sc17] Schmid, U.; Goertz, L.; Radomski, S.; Thom, S.; Behrens, J.: Monitor Digitale Bildung: Die Hochschulen im digitalen Zeitalter. BertelsmannStiftung, 2017.

[Se19a] Sekretariat der KMK: Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung, Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.10.2008 i. d. F. vom 16.05.2019, KMK – Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland, 16. Mai 2019, URL: https://t1p.de/lzf1, Stand: 27. 05. 2023.

[Se19b] Sekretariat der KMK: Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften, Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004 i. d. F. vom 16.05.2019, KMK – Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland, 16. Mai 2019, URL: https://t1p.de/v5n7, Stand: 27. 05. 2023.

[SIS20] Senkbeil, M.; Ihme, J. M.; Schöber, C.: Empirische Arbeit: Schulische Medienkompetenzförderung in einer digitalen Welt: Über welche digitalen Kompetenzen verfügen angehende Lehrkräfte? Psychologie in Erziehung und Unterricht 68/1, S. 4–22, 2020.

[SMR21] Seegerer, S.; Michaeli, T.; Romeike, R.: Informatische Grundlagen in der allgemeinen Lehrkräftebildung. In (Humbert, L., Hrsg.): INFOS 2021 – 19. GI-Fachtagung Informatik und Schule. Gesellschaft für Informatik, Bonn, S. 153–162, 2021.

[SST16] Siddiq, F.; Scherer, R.; Tondeur, J.: Teachers' Emphasis on Developing Students' Digital Information and Communication Skills (TEDDICS): A New Construct in 21st Century Education. Computers & Education 92-93/, S. 1–14, 2016, URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131515300555.

[St22] Stifterverband: Informatik für alle: Informatikunterricht zur gesellschaftlichen Teilhabe und Chancengleichheit, 2022, URL: https://www.stifterverband.org/medien/informatik-fuer-alle.

[St23] Stifterverband: Informatikunterricht: Deutschland abgehängt in Europa – Eine Vergleichsstudie zu Informatik an Schulen in Europa, 2023, URL: https://www.stifterverband.org/medien/informatikunterricht-europa.

[Su19] Suter, L.; Külling, C.; Bernath, J.; Waller, G.; Willemse, I.; Süss, D.: JAMESfocus: digitale Medien im Unterricht, Techn. Ber., Zürich: ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, 2019, URL: https://digitalcollection.zhaw.ch/handle/11475/17918.

Informatische Grundbildung im Lehramtsstudium – Konzeption und Erkenntnisse aus einem Pilotprojekt

Franziska Davieds [1], Lutz Hellmig[2], Alke Martens[3]

Abstract: Die Begriffe Digitalisierung und Digitaler Wandel prägen unser aktuelles gesellschaftliches Leben. Die damit einhergehenden Veränderungen durchdringen alle Lebensbereiche, so auch den Bildungssektor. Lehrkräfte stehen vor neuen Herausforderungen, um ihrem Bildungsauftrag gerecht zu werden. Um diese zu meistern, rückt die Aus- und Weiterbildung von Lehrkräften in den Fokus. Der Rahmen für die Anforderungen an die „digitale Schule“ und damit das Berufsfeld von Lehrkräften wurden schon in Strategiepapieren der Kultusministerkonferenz von 2016 und einer Ergänzung von 2021 formuliert. Dass der informatischen Bildung dabei eine zentrale Rolle zukommt, wird in der Ergänzung von 2021 „Lehren und Lernen in der digitalen Welt“ besonders deutlich. Die genaue Beschreibung der zu erlernenden Kompetenzen bleibt dabei jedoch aus. So stehen lehrerbildende Institutionen vor der Herausforderung der Konzeption von Studienangeboten, die allen Lehramtsstudierenden gerecht werden. Aufgrund der großen Heterogenität hinsichtlich Fächerkombinationen und Schularten gilt es bei der Konzeption, die Motivation und die Anwendbarkeit in den unterschiedlichen Fächern zu vereinen. In diesem Beitrag wird eine forschungsgeleitete Konzeption eines Studienangebotes, zur Vermittlung von informatischer Grundbildung und die ersten Erfahrungen aus der Umsetzung dargestellt.

Keywords: informatische Grundbildung; Lehrerprofessionalisierung; Lehramtsausbildung; digitalisierungsbezogene Kompetenzen

1 Einleitung

2016 veröffentlichte die Kultusministerkonferenz das Strategiepapier „Bildung in der digitalen Welt“ in dem unter anderem zentrale Handlungsfelder aufgegriffen werden, um SchülerInnen eine selbstbestimmte Teilhabe an einer digital geprägten Gesellschaft zu ermöglichen [Ku17], [Ku21, S.3]. Hierbei werden Anforderungen zu Kenntnissen, Kompetenzen und Fähigkeiten der SchülerInnen formuliert, über die sie am Ende ihrer Pflichtschulzeit verfügen sollen, um diesem Ziel zu entsprechen [Ku17, S. 11]. Damit verändern sich zwangsläufig auch die Anforderungen an Schule und die Aus- und Weiterbildung von Lehrkräften. Für die Professionalisierung von Lehrkräften vor dem Hintergrund der Digitalisierung nimmt die Lehrkräftebildung eine zentrale Rolle bei der Vermittlung der dafür notwendigen Kompetenzen ein [ELE16]. Es besteht ein Konsens darüber, dass Lehramtsstudierende innerhalb ihres Studiums den Umgang mit digitalen Medien erlernen sollen und eigene

[1] Universität Rostock, Institut für Informatik franziska.davieds@uni-rostock.de
[2] Universität Rostock, Institut für Informatik lutz.hellmig@uni-rostock.de
[3] Universität Rostock, Institut für Informatik alke.martens@uni-rostock.de

digitalisierungsbezogene Kompetenzen entwickeln sollten [Bl03] und [PDH11]. Dass aber ein aktuelles Defizit bei Lehramtsstudierenden gegenüber anderen Fachrichtungen im Bereich dieser Kompetenzen besteht, zeigt eine Studie von 2020 [SIS20]. Auch innerhalb der Lehramtsstudiengänge zeigen sich Unterschiede. So ist das Defizit größer bei Studierenden mit einem Fächerkontext aus dem nicht-mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich [SIS20, S.12]. Weiterhin wurde die Entwicklung der Defizite im Verlauf des Studiums untersucht, und zeigte sogar eine Zunahme des Kompetenzrückstandes gegenüber anderer Fachrichtung [SIS20, S.15]. Daraus kann abgeleitet werden, dass an lehrerbildenden Institutionen Handlungsbedarf in der Lehrkräfteausbildung hinsichtlich digital-gestützter Prozesse in Schule und Unterricht besteht [ELE16].

1.1 Forschungsfragen und -ziele

Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Konzeption eines Studienangebotes für Lehramtsstudierende zur Entwicklung digitalisierungsbezogenen Kompetenzen vor einem informatischen Hintergrund. Dazu wird im Folgenden die Ausgestaltung eines Studienangebotes beschrieben. Als besondere Herausforderung hat sich dabei die Heterogenität der Teilnehmenden aufgrund ihrer unterschiedlichen Fächerkontexte herausgestellt. Damit ergeben sich folgenden Fragen, die bei der Konzeption zu klären sind:

1. *Welche Rahmenmodelle/ Empfehlungen gibt es für die Entwicklung digitalisierungsbezogener Kompetenzen in der Lehrkräfteausbildung?*
2. *Wie motiviert man Studierende mit unterschiedlichen Fächerkontexten sich mit informatischen Themen auseinander zusetzen?*
   Es ist bekannt, dass wenn Studierende sich der Relevanz der Inhalte nicht bewusst sind, dies die Motivation zum Lernen herabsetzen [Gu10]. Bei den Teilnehmenden handelt es sich vorwiegend um Studierende, die sich bewusst gegen Informatik als Studiengang entschieden haben und sich bezüglich ihres Fächerkontextes unterscheiden, sodass die Motivation für diese große Zielgruppe maßgeblich für das Erkennen der Notwendigkeit der Auseinandersetzung mit informatischen Inhalten darstellt. Da allen Studierenden gemein ist, dass sie angehende Lehrkräfte sind, wird die Hypothese formuliert: *Die Motivierung von Studierenden für einen Kurs zur Entwicklung von digitalisierungsbezogenen Kompetenzen vor einem informatischen Hintergrund, wird über einen berufsspezifischen Kontext erfolgreicher als über einen fachwissenschaftlichen Zugang, da den Teilnehmenden die Relevanz der Themen bewusst wird.*
3. *Wie lässt sich zeitnah, einfach und finanzierbar ein Studienangebot für alle Lehramtsstudierende in das Studium integrieren?* Die Änderung der Studienordnung oder Einführung neuer Module ist meist ein zeitlich intensiver Prozess, da es aber schnelle Umsetzungen benötigt, müssen die organisatorischen Rahmenbedingungen herausgearbeitet werden. Zusammenfassend muss also ein Studienangebot geschaffen

werden, was die informatischen Prinzipien so bearbeitet, dass sie für alle Fächer und Schulformen anwendbar und relevant sind.

2 Theoretischer Hintergrund

2.1 Begriffsklärung und Relevanz digitalisierungsbezogener Kompetenzen bei (angehenden) Lehrkräften

Laut der Kultusministerkonferenz [Ku17] haben Hochschulen, als Orte der Ausbildung zukünftiger Lehrkräfte, die Aufgabe, diese dazu zu befähigen, ihre eigenen Kompetenzen vor dem Hintergrund der Digitalisierung weiterzuentwickeln und digital-gestütze Prozesse in Schule und Unterricht zu planen, durchzuführen und zu reflektieren.
Die dafür notwendigen Kompetenzen werden oft synonym als Medienkompetenz oder digitale Kompetenzen zusammengefasst. Die Auseinandersetzung mit der Kompetenzentwicklung von Lehramtsstudierenden vor dem Hintergrund der Digitalisierung setzt zunächst aber eine Begriffsklärung beziehungsweise eine Differenzierung voraus. Der Begriff Medienkompetenz, geprägt durch Baacke [Ba96], umfasst dabei zum einen das Potenzial Wissen über Medien zu besitzen, als auch zu erwerben, zum anderen die Fähigkeit Medien souverän zu bedienen, beurteilen und kreativ gestalten zu können [Hu21]. Bei der Begriffsdefinition müssen aber eine weitere Vielzahl von Faktoren berücksichtigt werden. Entsprechend der neuen EU-Diktion wurde vermehrt der durch Ilomäki, Kantosalo und Lakkala geprägte Begriff der digitalen Kompetenz in den Mittelpunkt gestellt [Ba15]. Eine umfassende Definition für diesen Begriff liefert Ferrari:„Digital Competence is the set of knowledge, skills, attitudes (thus including abilities, strategies, values and awareness) that are required when using ICT and digital media to perform tasks; solve problems; communicate; manage information; collaborate; create and share content; and build knowledge effectively, efficiently, appropriately, critically, creatively, autonomously, flexibly, ethically, reflectively for work, leisure, participation, learning, socialising, consuming, and empowerment“ [Fe12, S. 3] Diese Definition inkludiert sowohl Kenntnisse, Fertigkeiten bei der Anwendung zum Zwecke des Problemlösens, der Kommunikation sowie des Informationsmanagments, als auch eine gesellschaftskritische Haltung. In der vorliegenden Arbeit wird der Begriff der digitalisierungsbezogenen Kompetenzen genutzt. Dieser Begriff ist synonym zu den digitalen Kompetenzen nach Ferrari [Fe12] zu verstehen, soll aber verdeutlichen, dass die Kompetenzen selbst nicht digital sind, sondern sich auf Prozesse und Herausforderungen der Digitalisierung beziehen.
Für Lehrkräfte sind diese Kompetenzen und die Wahrnehmung dieser sehr relevant, denn sie haben Einfluss auf die eigene Unterrichtsgestaltung und -planung, Arbeitsweise und auch auf die Förderung der digitalisierungsbezogenen Kompetenzen von SchülerInnen [RL19]. Für die Professionalisierung von Lehrkräften vor dem Hintergrund der Digitalisierung ist die Entwicklung digitalisierungsbezogener Kompetenzen also unabdingbar für das spätere reflektierte Nutzen dieser bei digitalen Prozessen in Schule und Unterricht.

2.2 Zugrunde liegende Rahmen und Modelle zur Entwicklung digitalisierungsbezogener Kompetenzen

In den Strategiepapieren der KMK werden sechs digitalisierungsbezogenen Kompetenzbereiche definiert. Dabei wird leider nur Bezug auf die Lernenden genommen [Ku17]. Um diese jedoch bei SchülerInnen zu fördern, benötigen auch Lehrende die Kompetenzen in diesen Bereichen. Daher wird im Folgenden das Kompetenzmodell der KMK [Ku17] beschrieben und auf deren Grundlagenmodelle eingegangen.
Das **DigComp Modell** [FP13] beschreibt fünf Kompetenzbereiche und deren Kompetenzen für BürgerInnen im europäischen Raum: Informieren, Kommunizieren, Erstellung von Inhalten, Sicherheit und Problem lösen.
Das zweite Modell, auf das sich bezogen wird, ist das **Kompetenzorientierte Konzept für die schulische Medienbildung** [L15]. Dieses beschreibt fünf ähnliche Kompetenzbereiche wie Ersteres: Informationen recherchieren und auswählen, mit Medien kommunizieren und kooperieren, Medien produzieren und präsentieren, Medien analysieren und bewerten und Mediengesellschaft verstehen und reflektieren. Dabei werden hier als Zielgruppe explizit Lernende im Rahmen der schulischen Bildung benannt. Außerdem wird ein besonderer Fokus auf das Analysieren und Reflektieren zur Nutzung medialer Inhalte gelegt [RL19].
Das dritte Modell ist das **Modell zu computer- und informationsbezogenen Kompetenzen** [Bo14]. Hierbei bilden die Bereiche „Information sammeln und organisieren“ und „Informationen erzeugen und austauschen“ den Grundbau des Modells, für den dann weitere Teilbereiche beschrieben werden [RL19]. Für das Rahmenmodell der KMK wurden aus diesen Modellen die Kompetenzen bestimmt, „die individuellen und selbst gesteuertes Lernen fördern, Mündigkeit, Identitätsbildung und das Selbstbewusstsein stärken sowie die Teilhabe an der digitalen Gesellschaft ermöglichen“ [Ku17, S.15]. Entstanden sind dabei sechs Kompetenzbereiche: *Suchen, Verarbeiten und Aufbewahren*, *Kommunizieren und Kooperieren*, *Produzieren und Präsentieren*, *Schützen und sicher Agieren*, *Problemlösen und Handeln* und *Analysieren und Reflektieren* in denen Schüler Kompetenzen erlangen sollen.

2.3 Informatische Grundbildung zur Entwicklung digitalisierungsbezogener Kompetenzen

Auch wenn die KMK mit dem oben erörterten Kompetenzmodell einen Rahmen schafft für die zu entwickelnden Kompetenzen bei SchülerInnen und damit transitiv auch bei den Lehrenden, so werden diese Kompetenzen immer noch sehr medienpädagogisch betrachtet. Erst in der Ergänzung von 2021: „Lehren und Lernen in der digitalen Welt“ findet die informatische Grundbildung erstmals Erwähnung in Bezug auf die Entwicklung digitalisierungsbezogener Kompetenzen [Ku21]. Eine genaue Ausdifferenzierung der nötigen Kompetenzentwicklung bleibt jedoch aus. Betrachtet man die beschriebenen Kompetenzen genauer, ist das Verstehen von informatischen Prinzipien unabdingbar für reflektierte Handlung innerhalb dieser Rahmen sowohl für SchülerInnen als auch Lehrkräfte. Demnach

müssen die Kurse in der Lehramtsausbildung inhaltlich so aufgebaut werden, dass sie die wichtigsten informatischen Prinzipien umfassen, um die in den theoretischen Rahmen beschriebenen Kompetenzen zu entsprechen. Es stehen also langlebige informatische Grundprinzipien im Fokus, die Informatik so vermitteln, ohne von den schnell entwickelnden technologischen Fortschritt eingeholt zu werden.
Eine Zielperspektive für die zu konstruierenden Kurse bieten die ersten Empfehlungen des Arbeitskreises Lehrkräftebildung der GI [Ar21]. Die Zielperspektive beschreibt dabei keine konkreten Inhalte, sondern formuliert allgemeine Ziele für Lehrkräfte aller Schulstufen und Formen. Diese umfassen Informatikkompetenzen als Voraussetzung zum Verständnis, zur Reflexion und zur Mitgestaltung der digital vernetzten Welt [Ar21].

3 Entwicklung und Umsetzung

3.1 Organisatorische Konzeption

Entsprechend der Empfehlung [Ar21] wird in Zusammenarbeit mit der Medienpädagogik der Universität Rostock ein Studienangebot für 6 ECTS konzipiert. Dabei wird der Kurs in zwei inhaltliche Teilgebiete, ein Medienpädagogisches und ein Informatisches, aufgespalten. Die Einführung neuer Module und die Änderung der Studienordnungen sind langwierige Prozesse. Zur schnelleren Umsetzung in der Pilotphase wird das Studienangebot als fakultativer Zertifikatskurs „Medien und Digitalität“ angeboten. In der hier vorliegenden Arbeit wird nur der informatische Teil dargestellt.
Es hat sich in vergangenen Kursen, vor der Neukonzeption gezeigt, dass die Informatik, als sehr komplexe und schwierige Wissenschaft wahrgenommen wird, und so viele Studierende anderer Fächerkontexte abschrecken könnte. So wurde sich bei der Bewerbung des Kurses dafür entschieden, die Informatik nicht in den Mittelpunkt zu stellen, sondern Prozesse der Digitalisierung in Schule und Unterricht, mit denen Lehrkräfte in ihrem Berufsalltag konfrontiert sind. So werden die Informatik und deren Themen nach außen hin versteckt. Die fachliche Auseinandersetzung mit konkreten informatischen Inhalten erfolgt innerhalb des Kurses, jedoch immer mit einem berufsspezifischen Hintergrund.
Ein inhaltlich identischer Kurs wurde darüber hinaus in der Referendarausbildung als wahlobligatorisches Angebot im Umfang von zwei Tage angeboten, um auch die zweite Phase der Lehramtsausbildung abzudecken.

3.2 Inhaltliche Konzeption

Die inhaltliche Ausgestaltung orientiert sich an den durch die KMK vorgeschlagenen Rahmen in den Papieren [Ku17] und [Ku21] für SchülerInnen und damit transitiv auch für Lehrkräfte. Bezieht darüber hinaus aber auch die Empfehlungen des Arbeitskreises für Lehrkräftebildung der GI [Ar21] mit ein. Dieser sieht es als notwendig an, zur Erfüllung des

Bildungsauftrages und der eigenen Professionalisierung als Lehrkraft bei der Entwicklung digitalisierungsbezogener Kompetenzen sich auch mit dem dazugehörigen informatischen Hintergrund auseinanderzusetzen. Dabei nennt der Arbeitskreis keine konkreten informatischen Inhalte, die vermittelt werden sollen, sondern beschreibt in ihrer Zielperspektive vielmehr eine allgemeine Sicht auf die Anforderungen an das Berufsfeld Lehrkraft vor dem Hintergrund der Digitalisierung. Die Informatik aus einer allgemeinen Lehrerperspektive zu betrachten, ist eine Herangehensweise, die sich auch durch eigens intern durchgeführte Evaluationen an der Universität Rostock als erstrebenswert zeigt. Mit dem Hintergrund, dass es sich bei den Teilnehmern zukünftiger Kurse um Studierende handelt, die sich bewusst nicht für Informatik als Studiengang entschieden haben, spielt neben der Inhaltskomponente die Motivation eine tragende Rolle. Wenn den Studierenden die Relevanz der Inhalte nicht bewusst ist, kann dies die Motivation für das Lernen herabsetzen [Gu10]. Um dem entgegenzuwirken, kann die Einbettung in einen Kontext, in diesem Fall einen berufsspezifischen Kontext, hilfreich sein und die Motivation wie auch die Merkfähigkeit der Teilnehmer verbessern [Gu10]. Im Folgenden wird die Erarbeitung der Themenfelder für die inhaltliche Ausgestaltung des Kurses beschrieben.

3.2.1 Kontextualisierung: Berufsfeld Lehrkraft und deren Tätigkeitsfelder

Die Eingangs formulierte Hypothese im Abschnitt 1.1, dass die Motivierung über einen berufsspezifischen Zugang erfolgreicher sein könnte, bildet den roten Faden der inhaltlichen Ausgestaltung. Bei der Konzipierung wird die Gemeinsamkeit der Teilnehmenden, ihr späteres Berufsfeld als Lehrkraft, genutzt. Der Kurs wird dafür vor dem Hintergrund der allgemeinen Anforderungen und Aufgaben innerhalb des Berufsfeldes einer Lehrkraft, in Tätigkeitsfelder von LehrerInnen gegliedert und kontextualisiert. Die theoretische Grundlage für die Entwicklung der Tätigkeitsfelder bilden die von der KMK veröffentlichten „Standards für Lehrerbildung“ [KM19]. Dort werden Anforderungen und Aufgaben beschrieben, die Lehrkräfte zur Erfüllung ihres Bildungsauftrages erfüllen müssen. Diese werden in vier Kompetenzbereiche unterschieden: *Unterrichten, Erziehen/Beraten, Beurteilen, Innovieren* [KM19]. Vor dem Hintergrund der großen Heterogenität des Teilnehmendenkreises, wurde sich bei der Bestimmung der Tätigkeitsfelder bewusst dafür entschieden, den Bereich des Unterrichtens auszuklammern, um so die Bearbeitung fächerspezifische Besonderheiten den einzelnen Fachdidaktiken zu überlassen. Stattdessen wurde das Tätigkeitsfeld *Unterrichtsvorbereitung* festgelegt, da sich dort informatische Themen allgemein und unabhängig des Fächerkontextes, bearbeiten lassen. Als weitere Tätigkeitsfelder wurden aus den Kompetenzen der KMK [KM19] die Bereiche *Organisieren*, *Kommunizieren*, *Kooperieren* und *Bewerten* abgeleitet. Zur Herausstellung der wichtigen informatischen Phänomen in diesen Feldern, wurde analysiert, vor welchen Herausforderungen und Problemen Lehrkräfte innerhalb der einzelnen Tätigkeitsfelder stehen. Diese Ergebnisse wurde anschließend so kontextualisiert, dass sie auf die Allgemeinheit der Lehrkräfte zutrifft und sie mit Hilfe informatischen Kompetenzen gelöst werden können. Eine Übersicht der Kontexte sowie die dazugehörigen informatischen Inhalte ist in Tabelle 1 dargestellt. Weiterhin müssen auch die

allgemeine Kompetenzen [KM19]	Tätigkeitsfelder Kontext Berufsfeld Lehrkraft	informatische Themen
Unterrichten	**Unterrichtsvorbereitung** Kontext: Erstellung von Arbeitsmaterial	Arten von Programmen (Lizenzen) Vorlagen Worauf ist zu achten bei der Auswahl von Werkzeugen?
Erziehen/ Beraten	**Kommunzieren** Kontext: Kommunikation mit allen Akteuren des Schulalltages **Kooperieren** Kontext: Zusammenarbeit mit Kollegen	Schutzziele Informationssicherheit, Datenschutz, Verschlüsselung, Kommunikationswege, Referenzen, sychrones/asynchrones Arbeiten, Protokolle
Beurteilen	**Bewerten** Kontext: Effiziente Haltung und Berechungen von Noten Wie verändert sich Bewertung in Zeiten von KI?	Datenbanken (Tabellenkalkulation), konstruktive und generelle Grenzen von IS, Künstliche Intelligenz
Innovieren/ Organisieren	**Organisieren** Kontext: Effizientes Arbeiten im Schulalltag	Speichern von Daten Speicherorte(lokal,Cloud...) Richtiges löschen

Tab. 1: Übersicht Kontexte und informatische Themen innerhalb der Tätigkeitsfelder

in Kapitel 2.2 erörterten digitalisierungsbezogenen Kompetenzen auf die Themen innerhalb des Kurses abbildbar sein, um den Anforderungen zur Erfüllung des Bildungsauftrages zu genügen.

3.3 Evaluationsergebnisse Pilotkurs

Der Kurs mit den dargestellten Inhalten fand bisher zweimal statt. Einmal in der zweiten Phase der Lehramtsausbildung, als wahlobligatorisches Seminar für ReferendarInnen zu Beginn ihres Referendariats in der Doppelqualifikation. Die zweite Durchführung des Angebotes erfolgte im WS22/23 als Zertifikatskurs in zwölf Präsenzveranstaltungen, davon sechs in dem informatischen Teilgebiet. Damit ergibt sich eine Studierendenzahl von n=24, die an einer Evaluation zu den Kursen teilgenommen haben. Für die Evaluation wurde ein Fragebogen entwickelt, dessen Fragen den Fokus auf dem allgemeinen Interesse an einer Professionalisierung vor dem Hintergrund der Digitalisierung, Relevanzeinschätzungen von Themen im informatischen Kontext, sowie eigene Erwartungen an ein Angebot zur Förderungen digitalisierungsbezogener Kompetenzen legten. Pro durchgeführten Kurs gab es eine Befragung vor Beginn der Veranstaltungen als auch eine Abschlussbefragung. Eine erste Erkenntnis war zu Beginn, dass alle Teilnehmenden es als notwendig betrachteten, sich mit Themen der Digitalisierung auseinanderzusetzen. Da sie sich freiwillig für diesen

Kurs entschieden haben, war mit diesem Ergebnis zu rechnen. Die Erwartungen an den Kurs fielen dabei sehr unterschiedlich aus, doch die Mehrheit (84%) erwartete eine Einarbeitung in spezifische Apps und Tools und deren Anwendung in verschiedenen Unterrichtsszenarien, aber auch die Entwicklung und Gestaltung von Material standen im Vordergrund. Informatische Themen, wie Organisation von Daten, wurden vereinzelnd genannt. Diese Erwartungen spiegelten sich auch in der Relevanzeinschätzung zu Beginn des Kurses wider. Die Studierenden wurden befragt, in welchen der Tätigkeitsfelder informatische Prinzipien relevant sind. In keinem Bereich wurden die informatischen Prinzipien als irrelevant angesehen. Es gab jedoch Abstufungen in der Relevanzeinschätzung, sodass sich folgende Abstufung ergab: Unterrichtsvorbereitung, Kommunikation, Kooperation, Organisation, Bewertung. Bei der Abschlussbefragung waren die fünf Felder dagegen fast gleichauf. Bei dem Kurs für Referendare gab es darüber hinaus einen evaluierten Vergleichskurs aus dem Vorjahr, dieser hatte die gleichen Inhalte, wurde aber aus der Fachwissenschaft Informatik heraus motiviert und nicht in einem berufsspezifischen Kontext gebettet: bei diesem Kurs sahen die Mehrzahl der Teilnehmenden (61,1% bei n=18) die gleichen Inhalte als irrelevant für sich und ihre spätere Arbeit an. Damit zeigt diese Befragung, wenn sie auch in ihrem Umfang nicht repräsentativ ist, dass es möglich ist, ein Studienangebot zu konzipieren, welches nicht nur informatische Inhalte zum Erwerb digitalisierungsbezogener Kompetenzen vermittelt, sondern auch diese so aufbereitet, dass Studierende die Relevanz für sich erkennen. Dies kann wiederum zur größeren Lernbereitschaft führen [Gu10] und so dem Ziel der Professionalisierung vor dem Hintergrund der Digitalisierung entgegenkommen.

4 Diskussion und Ausblick

Das Studienangebot befindet sich noch in der Phase der Pilotierung, sodass die Teilnehmerzahl zu gering ist, um über die Evaluationen belegbare Schlussfolgerungen, die repräsentativ sind, vorzunehmen. Sie ist vorerst nur ein Hinweis darauf, dass wir mit der Hypothese, dass ein berufsspezifischer Zugang sich positiv auf die Bereitschaft der Auseinandersetzung mit informatischen Themen auswirkt, richtig liegen könnten. Diese These muss in der weiteren Arbeit detaillierter untersucht werden. Augenmerk liegt dabei auf dem Zusammenspiel der Motivierung, der Relevanzeinschätzung und des letztendlichen Kompetenzzuwachses.
In der inhaltlichen Ausgestaltung des Kurses zeigte sich jedoch schon, dass die vorgestellten Inhalte und die daraus resultierenden Kompetenzen, den Rahmenmodellen, wie sie die KMK vorgibt, entsprechen und sich mit informatischen Grundlagen ausgestalten lassen. Weiterhin liefert der berufsspezifische Zugang eine so allgemeine Perspektive, dass auch die große Herausforderung der Heterogenität der Studierenden hinsichtlich ihres Fächerkontextes gut zu lösen ist und darüber hinaus eine Grundlage zur individuellen Weiterentwicklung in den jeweiligen spezifischen Fächern schafft.

Literaturverzeichnis

[Ar21] Arbeitskreis Lehrkräftebildung der GI: , Position zur Bildung aller Lehrkräfte in Bezug auf Informatik, 2021.

[Ba96] Baacke, D.: Medienkompetenz als Netzwerk–Reichweite und Fokussierung eines Begriffs, der Konjunktur hat. medien praktisch, 20(2):4–10, 1996.

[Ba15] Baumgartner, P.; Brandhofer, G.; Ebner, M.; Gradinger, P.; Korte, M.:Medienkompetenz fördern–Lehren und Lernen im digitalen Zeitalter. Nationaler Bildungsbericht Österreich, 2:95–132, 2015.

[Bl03] Blömeke, S.: Erwerb medienpädagogischer Kompetenz in der Lehrerausbildung. Modell der Zielqualifikation, Lernvoraussetzungen der Studierenden und Folgerungen für Struktur und Inhalte des medienpädagogischen Lehramtsstudiums. MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung, S. 231–244, 2003.

[Bo14] Bos, W.; Eickelmann, B.; Gerick, J.; Goldhammer, F.; Schaumburg, H.; Schwippert, K.; Senkbeil, M.; Schulz-Zander, R.; Wendt, H.: ICILS 2013. Computer-und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in der 8. Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich. Münster [ua]: Waxmann, 2014.

[ELE16] Eickelmann, B.; Lorenz, R.; Endberg, M.: Die Relevanz der Phasen der Lehrerausbildung hinsichtlich der Vermittlung didaktischer und methodischer Kompetenzen für den schulischen Einsatz digitaler Medien in Deutschland und im Bundesländervergleich. Schule digital–der Länderindikator, S. 148–179, 2016.

[Fe12] Ferrari, A. et al.: Digital competence in practice: An analysis of frameworks. Publications Office of the European Union Luxembourg, 2012.

[FP13] Ferrari, A.; Punie, Y.: , DIGCOMP: A framework for developing and understanding digital competence in Europe, 2013.

[Gu10] Guzdial, M.: Does contextualized computing education help? ACM Inroads, 1(4):4–6, 2010.

[Hu21] Hugger, K.-U.: Medienkompetenz. In: Handbuch Medienpädagogik, S. 1–15. Springer, 2021.

[KM19] KMK: Standards für Lehrerbildung: Bildungswissenschaften. 2019.

[Ku17] Kultusministerkonferenz der Länder: Bildung in der digitalen Welt. 2017.

[Ku21] Kultusministerkonferenz der Länder: Lehren und Lernen in der digitalen Welt – Die ergänzende Empfehlung zur Strategie „Bildung in der digitalen Welt“. 2021.

[L15] Länderkonferenz MedienBildung: Kompetenzorientiertes Konzept für schulische Medienbildung. LMK-Positionspapier. 2015.

[PDH11] Petko, D.; Döbeli Honegger, B.: Digitale Medien in der schweizerischen Lehrerinnen-und Lehrerbildung: Hintergründe, Ansätze und Perspektiven. Beiträge zur Lehrerinnen-und Lehrerbildung, 29(2):155–171, 2011.

[RL19] Rubach, C.; Lazarides, R.: Eine Skala zur Selbsteinschätzung digitaler Kompetenzen bei Lehramtsstudierenden. Zeitschrift für Bildungsforschung, 9(3):345–374, 2019.

[SIS20] Senkbeil, M.; Ihme, J.M.; Schöber, C.: Empirische Arbeit: Schulische Medienkompetenzförderung in einer digitalen Welt: Über welche digitalen Kompetenzen verfügen angehende Lehrkräfte? Psychologie in Erziehung und Unterricht, 68(1):4–22, 2020.

III Lehramtsstudiengänge der Informatik

Informatik und Gesellschaft als Lerninhalt in Informatik-Lehramtsstudiengängen

Markus Sprenger[1], Prof. Dr. Nadine Bergner[2], Dr. Thiemo Leonhardt[3]

Abstract: Das Themenfeld „Informatik und Gesellschaft (IuG)“ stellt laut Rahmenvorgaben für Schule und Hochschule eine wichtige Säule informatischer Kompetenzen dar. Die Erarbeitung entsprechender Inhalte und Kompetenzen findet im Lehramtsstudium für das Fach Informatik aktuell noch sehr unterschiedlich, teils nur implizit, statt. Der Bereich Datenschutz und Datensicherheit hat sich hier als Themenfeld für eine rechtliche Perspektive profiliert, während andere Dimensionen von IuG weniger vertreten sind. Die Reflexion dieser IuG-Aspekte erlernen die meisten Lehramtsstudierenden nicht in einer Lehrveranstaltung (LV), diese soll allerdings später im Unterricht als Bedingung zur informatischen Selbstbestimmung für Schüler:innen gelten. Um zu verstehen, wie die Ziele zur Bildung für IuG für Lehramtsstudierende aussehen, untersucht diese Arbeit die Studiengänge von 27 deutschen Hochschulen aus 15 Bundesländern auf ihre expliziten oder integrativen Inhalte zu IuG. Im Rahmen einer qualitativen Analyse werden die IuG-Anteile der Studiengänge hinsichtlich ihres gesellschaftswissenschaftlichen Schwerpunktes kategorisiert, um Muster, Präferenzen und Lücken aufzuzeigen. Als Ausblick auf mögliche Ansätze für IuG Lehrveranstaltungen werden gelungene Ansätze für ganzheitliche IuG-Module herausgestellt.

Keywords: Curriculumsentwicklung; Lehramtsstudium Informatik; Informatik und Gesellschaft; Analyse von Studiendokumenten

1 Motivation

Die Anforderungen der Kultusministerkonferenz (KMK) zur Lehrkräftebildung für das Fach Informatik legen „Informatik, Mensch und Gesellschaft“ als einen von sieben Themenschwerpunkten fest [KMK19]. Die Computer Science Teachers Association (CSTA) [Co17] und die Gesellschaft für Informatik (GI) [GI23b] definieren in ihren Standards gesellschaftliche Auswirkungen der Informatik als eigenen Inhaltsbereich, der neben zentralen Inhalten wie Algorithmen oder Sprachen und Automaten steht. Dennoch werden IuG-Inhalte in der Lehrkräftebildung häufig als zusätzlicher Kontext oder als Mittel zum Erreichen affektiver Lernziele verstanden. Sowohl in der Schul- als auch in der Hochschulbildung gibt es keine Vorgaben oder Empfehlungen wie viel Unterrichtszeit bzw. Workload diesem Aspekt der Informatik zugestanden werden sollte.

[1] Technische Universität Dresden, Professur für Didaktik der Informatik, Nöthnitzer Str. 46, 01187 Dresden, Deutschland, markus.sprenger@tu-dresden.de
[2] RWTH Aachen University, Professur für Didaktik der Informatik, Templergraben 55, 52062 Aachen, Deutschland, bergner@informatik.rwth-aachen.de
[3] Technische Universität Dresden, Professur für Didaktik der Informatik, Nöthnitzer Str. 46, 01187 Dresden, Deutschland, thiemo.leonhardt@tu-dresden.de

Schulte & Budde argumentieren, dass Schüler:innen sich mit den Auswirkungen von Informatik auf ihr zukünftiges Berufs- und Privatleben auseinandersetzen müssen, um selbstbestimmt und autonom an der Gesellschaft teilhaben zu können [SB18]. Erst aus der Erfahrbarkeit in einem realen Kontext (nach Hericks & Kunze auch "Kulturentwicklung") wird ein Fachinhalt als relevant für die Allgemeinbildung befunden [HK01]. Dabei sind gesellschaftliche Auswirkungen nicht nur als Erweiterung oder zusätzlicher Kontext zum Curriculum zu betrachten, sondern begründen die Bedeutsamkeit von Fachinhalten für den Informatikunterricht.

Der vorliegende Beitrag analysiert die aktuelle Situation hinsichtlich verfügbarer Module bzw. Lehrveranstaltungen (LV) zu IuG im Informatiklehramtsstudium. Zudem werden die aktuellen Strategien untersucht, Kompetenzen im Bereich IuG in die Studienordnung des Informatiklehramtes zu integrieren. Dazu werden die Zielstellungen aus den Studienordnungen und den Modulbeschreibungen von 27 deutschen Universitäten qualitativ analysiert. Hieraus werden insbesondere Modellprojekte zur inhaltlichen Gestaltung von IuG-Modulen herausgearbeitet und zur Diskussion gestellt.

2 Stand der Forschung

Sowohl die Empfehlungen für Bildungsstandards Informatik der GI [GI23a], als auch die amerikanischen K-12 Computer Science Standards der Computer Science Teacher Association (CSTA) [Co17] gliedern die zu vermittelnden Kompetenzen in Inhaltsbereiche bzw. „Core Concepts“ wie Algorithmen und Netzwerke und Prozessbereiche bzw. „Practices“ wie etwa das Modellieren, Strukturieren und Implementieren.

Die GI fordert einen Inhaltsbereich „Informatik, Mensch und Gesellschaft“, während die CSTA Standards ein Kernkonzept namens „Impacts of Computing“ definieren. Diese fokussieren sich jeweils auf die Aus- und Wechselwirkungen zwischen Informatiksystemen und Menschen. Dabei beschreiben die Informatikstandards der GI diese Wechselwirkungen als die Beziehung zwischen Freiheit, Verantwortung und Sicherheitsrisiken von Menschen. Die Standards zur Lehrkräftebildung der KMK übernehmen die Struktur und den Inhalt dieser Bereiche und präzisieren sie in den Studieninhalten für Informatiklehrkräfte auf Kontexte wie Barrierefreiheit, Datenschutz, Urheberrecht oder informationelle Selbstbestimmung [KMK19]. Die CSTA beschreibt die „Impacts“ als „Social Implications“ und teilt diese in die Teilkonzepte *Culture*, *Social Interactions* und *Safety, Law and Ethics* ein. „Impacts of Computing“, sowie „Fostering an Inclusive Computing Culture“ wurden als separate Bereiche einbezogen, um Diversität, Gleichberechtigung und Benutzerfreundlichkeit zu Kernelementen der Bildung zu erklären [CA16].

Ein ähnlicher Ansatz zu Kernkonzepten findet sich im Informatics Reference Framework for School des Committee on European Computing Education (CECE) [Di22]. Vorwiegend die Konzepte „Human-Computer-Interaction“, „Privacy, Safety and Security“ sowie „Responsibility and Empowerment“ bilden Auswirkungen auf Individuen und Gesellschaft

ab, während über alle Konzepte verteilt soziale, ethische, rechtliche, wirtschaftliche oder bildungstechnische Konsequenzen von Informatik geschildert werden. Die Vorgaben der KMK zur Lehrkräftebildung, die Inhaltsbereiche der Standards der GI und der CSTA bilden im Verlauf der Arbeit die Grundlage zur Identifikation gesellschaftlicher Bezüge der Informatik in den Hochschulcurricula.

3 Forschungsfragen und -design

Um die deutsche Studienlandschaft bezüglich der Vermittlung von IuG-Inhalten an Informatiklehramtsstudierende zu untersuchen, wurden drei Forschungsfragen (FF) formuliert:

FF1: Inwiefern sind Inhalte zu IuG in deutschen Hochschulcurricula integriert? Diese Frage wird durch Analyse der Studiendokumenten hinsichtlich IuG-Inhalten beantwortet. Rahmenbedingungen wie Pflichtcharakter, Creditzahl, didaktischer Charakter oder das empfohlene Studiensemester geben Auskunft über die Gestaltung von IuG-Bildung im Informatiklehramtsstudium.

FF2: Welche Ziele und Inhalte legen deutsche Hochschulen im Informatiklehramtsstudium hinsichtlich des Inhaltsbereichs IuG fest? Dies lässt sich durch Analyse der rechtsverbindlichen Dokumente wie Studienordnungen und die zugehörigen Modulbeschreibungen beantworten. Qualifikationsziele und Lerninhalte geben Auskunft darüber ob in einer LV Aspekte von IuG vermittelt werden.

FF3: Welche thematischen Schwerpunkte sind in den IuG-Inhalten zu erkennen? Die Beantwortung dieser Frage liefert Informationen über die Gestaltung von IuG im Informatiklehramtsstudium und legt offen welche Aspekte der Gesellschaftswissenschaften, wie etwa Rechtswesen oder Ethik, vornehmlich die IuG-Bildung auszeichnen. Sie erfolgt über die Kategorisierung der IuG-Inhalte in gesellschaftliche Dimensionen, welche in Kaptiel 3.3 näher erläutert werden.

3.1 Forschungsdesign und Codierungsprozess

Als Quellmaterial dienen die Studiendokumente, deren Auswahl in Kapitel 3.2 erläutert wird. Zunächst wird festgestellt welche Inhalte, ob modular oder integrativ, dem Inhaltsbereich IuG entsprechen. Die genaue Festlegung dieser Kriterien wird in Kapitel 3.3 behandelt. Das Quellmaterial wird nun reduziert, bis ausschließlich die allgemeinen Ziele und Modul- bzw. Lehrveranstaltungsbeschreibungen verbleiben, die den IuG-Anteil des Studiums abbilden. Dabei werden zur Beantwortung der ersten Forschungsfrage Rahmenbedingungen wie Modulname, Creditzahl und Pflichtcharakter (Ergebnisse in Tabelle 1) erhoben. In der zweiten Iteration wird dieses Material anhand seiner Inhalte untersucht, inwiefern die Bereiche Soziologie, Ökonomie/Ökologie, Politik/Recht, Ethik und Kultur/Geschichte repräsentiert sind. Die Hinführung und Zusammenfassung der entsprechenden Kodiermatrix

ist in Kapitel 3.3 beschrieben. Dies wird zum einen auf die erhobenen Pflicht- und Wahlpflichtmodule (Tabelle 2) bezogen, als auch auf den Studiengang insgesamt, um etwaige integrative Bildung von IuG abzubilden[4]. Nach einer Testiteration ergab sich zudem eine Diskrepanz zwischen der Konkretisierung der Zielbeschreibungen verschiedener Universitäten. Um dies abzubilden werden die Inhalte in drei Intensitätsstufen gegliedert:

E - Erwähnt: Wörtliche Erwähnung oder Aufzählung ohne nähere Erläuterung
Beispiel: „Rechtlicher Umgang mit autonomen Systemen“ (Uni Halle-Wittenberg)

B - Beschrieben: Bezug zu konkreten Anwendungsbeispielen wird hergestellt
Beispiel: „Fallbeispiel: E-Democracy - Online-Wahlen; Zugang zu (öffentlichen) Informationen -> Informationsfreiheit ; Staatliche Fürsorge <-> Staatliche Überwachung“ (Uni Koblenz)

F - Fokussierung: Der Inhalt nimmt mehrheitlich die LV ein
Beispiel: LV „Informationstechnologierecht“ (Uni Oldenburg)

3.2 Auswahl und Erstellung des Quellmateriales

Die Studiengänge des Informatiklehramts gliedern sich in Staatsexamen, sowie modularisierte Bachelor- und Masterabschlüsse. Bachelorabschlüsse teilen sich hierbei weiter in polyvalente, sowie lehramtsspezifische Studienordnungen ein, die oft als 2-Fach-Bachelor oder Bachlor bzw. Master mit Informatik als Erweiterungsfach angeboten werden. Eine weitere Unterteilung bilden die jeweiligen Schultypen der einzelnen Bundesländer. Um ein Maß an Vergleichbarkeit unter den Bundesländern zu gewährleisten, ohne dass zu viel Information zum Studienverlauf verloren geht, wurde die Auswahl der Studiendokumente auf das Lehramt für Gymnasien (in manchen Fällen Sekundarstufe I+II oder Gesamtschulen) beschränkt. Die Testiteration des Codierverfahrens anhand von Stichproben zeigte eine große Überschneidung der Fachmodule zwischen den Schulformen an, in welcher gymnasiale Lehrgänge besonders reichhaltig hinsichtlich ihrer Modulbelegung gestaltet waren.

Als zu untersuchendes Material wurden rechtsverbindliche Ordnungen wie Studien- oder Prüfungsordnungen der Universitäten bevorzugt [Ba12]. Da IuG den Inhalten einer Ordnung nicht immer konkret zugeordnet werden konnte, und die Inhalte und Qualifikationsziele für Module und LV oft separat formuliert wurden, wurden Modulhandbücher sowie die Onlinekataloge der LV der Universitäten mit einbezogen. Die zu untersuchenden Module und LV beschränken sich dabei auf solche, die im Pflicht- oder Wahlpflichtbereich des Lehramtsstudiums für das Fach Informatik zugeordnet werden.

Ausgangsmaterial zur Listung der Studiengänge war die Initiative „Werde Informatiklehrerin“[GI23c]. Aus den Informationen der einzelnen Bundesländer wurden 45 Universitäten

[4] Daten im Open-Science-Framework, Zugriff unter `https://osf.io/p65w3/?view_only=24e17e7a674b4d909d0aeb583e6d8a67`. Lizensiert nach CC-By Attribution 4.0 license International.

identifiziert, die das Lehramt im Fach Informatik für Gymnasien als Bachelor, Master oder Staatsexamen anbieten. Aufgrund des Umfangs und der Komplexität der Untersuchung wurde diese Liste nach folgenden Kriterien reduziert: (1) Mindestens die Hälfte der gelisteten Universitäten pro Bundesland sollen untersucht werden (mindestens eine) und (2) Universitäten mit einer Professur für Didaktik der Informatik werden bei der Auswahl bevorzugt, andernfalls werden die Universitäten zufällig gewählt.

Nach diesen Quellen und Kriterien ergibt sich eine Liste von 27 Universitäten. Das nun festgelegte Quellmaterial wird im Folgenden auf die Inhalte zu IuG untersucht.

3.3 Abbilden der gesellschaftlichen Dimensionierung in einer Coding Matrix

Da nicht davon ausgegangen werden kann, dass Inhalte zu IuG stets in einem expliziten Modul untergebracht werden, müssen die Ziele Inhaltsvorgaben aller LV daraufhin untersucht werden, ob sie gesellschaftliche Auswirkungen der Informatik untersuchen. Obwohl es bei der Findung von Definitionen zwischen Standards Überschneidungen gibt (siehe Kapitel 2), sind die Bereiche gesellschaftlicher Betrachtung der Standards der GI und der CSTA weder ähnlich gegliedert, noch ähnlich betitelt. Um eine ganzheitliche Kategorisierung vorzunehmen, wurden die Bildungsstandards der GI, die K-12 CS Standards der CSTA, sowie die Vorgaben der KMK [KMK19] zur Lehrkräftefortbildung auf Formulierungen, Schlüsselwörter und gesellschaftswissenschaftliche Disziplinen untersucht. Hierbei wurden sowohl Standards zur Lehrkräftebildung als auch zur Bildung von Schüler:innen miteinbezogen, da letztere für Lehrkräfte ebenfalls vorausgesetzt werden und zur allgemeinen Definitionsfindung des Subkonzeptes IuG genügen. Aus diesen Dokumenten wurde ein Kriterienkatalog[5] erstellt, nach dem formulierte Ziele und Inhalte der Studiendokumente dem Bereich IuG zuzuordnen sind.

Zur Beantwortung der dritten Forschungsfrage und der wissenschaftsdisziplinarischen Gliederung der Inhalte wurden die Kriterien der Kategorie B des Kriterienkataloges in fünf Disziplinen gegliedert, anhand derer das Zielmaterial der IuG Inhalte der Studiendokumente codiert werden soll. Die Orientierung erfolgte durch das selbe Quellmaterial aus welchem der Kriterienkatalog hervorging. Es ergibt sich die Problematik, dass „Soziales“ nicht neben anderen Teilbereichen steht, sondern diese umfasst. Die Vernetzung und Untrennbarkeit aller Kategorien der Sozialwissenschaften sorgen dafür, dass eine etwaige Codierungsmatrix als exemplarisch anzunehmen ist, und dem Forschungszweck genügen soll. Die Darstellung der zwischenmenschlichen Beziehungen und Interaktionen, der Normen, Strukturenbildung und etwaigen Themen wie Kommunikation, Biases oder Behinderungen und Ungleichheit wird daher durch „Soziologie“ präzisiert. Im Bereich Kultur der K-12 Standards der CSTA wird im Standard 3A-IC-24, sowie 3A-IC-30 der Einfluss auf Wirtschaft zentriert. Da die Kategorie der Kulturwissenschaften bereits viele Bereiche wie Künste, Wohnen oder

[5] Daten im Open-Science-Framework, Zugriff unter `https://osf.io/p65w3/?view_only=24e17e7a674b4d909d0aeb583e6d8a67`. Lizensiert nach CC-By Attribution 4.0 license International.

Geschichte beinhaltet, lag es nahe ökonomische Betrachtungen differenziert zu gliedern. Aufgrund der historischen Nähe von Sozialwissenschaften und Ökonomie [Mi14], sowie der Interdizipliniarität im Bereich der Wirtschaftsinformatik wurde der Bereich „Ökonomie“ als separate Kategorie angeführt. In wenigen Fällen wurde der Kontext Ökologie in Informatik angesprochen. Auch diese ließe sich nicht pauschal einordnen, wurde aber zu oft identifiziert als dass sie unter „Sonstiges“ zählen sollte. Siebenhüner zieht Parallelen zur Methodologie, Modellbildung, zu wissenschaftlichem Denken und der historischen Nähe zwischen Ökologie und Ökonomie [Si95]. Um den Aspekten des Haushaltens, der Verkettung und Umwandlung von Waren zwischen Akteuren bei der Erstellung und dem Vertrieb von Informatiksystemen und deren Auswirkungen auf Gesellschaft und Umwelt gerecht zu werden, wurden für diese Analyse Ökologie und Ökonomie einer gemeinsamen Kategorie zugeordnet. Diesen Gedanken folgend ergeben sich für die Betrachtung zur Dimensionierung von IuG die sechs Kategorien: *Soziologie, Ökonomie/Ökologie, Politik/Recht, Ethik, Kultur/Historisch* sowie *Ohne Bezug*.

Der Bereich Soziologie deckt Aspekte menschlicher Interaktion und soziale Problemstellungen ab. Unter Ökonomie/Ökologie wird die Auswirkung wirtschaftlicher Akteure wie Haushalte oder Unternehmen auf die Makrosysteme Wirtschaft und Umwelt behandelt. Auswirkungen durch Regierungen und rechtssprechende Akteure, sowie der Staatsgewalten allgemein finden sich in Politik/Recht wieder. In der Kategorie Ethik werden die Bereiche der Philosophie, vornehmlich Moral abgedeckt. In der Kategorie Kultur/Historisch werden alle sonstigen Auswirkungen auf die kollektive Humangesellschaft beleuchtet. Sie inkludiert Künste, Wohnen, Gesundheit und historische Betrachtungen. Alle Inhalte, die nur allgemein „gesellschaftliche Bezüge“ nennen, werden in der Kategorie „Ohne Bezug“ dargestellt.

4 Diskussion der Ergebnisse

4.1 Modularisierung von Informatik und Gesellschaft

Es zeichnet sich ein gemischtes Bild (Tabelle 1) zur Eingliederung von IuG in das Lehramtsstudium ab. 12 der 27 Universitäten bieten mindestens ein Modul an, welches eine Pflichtveranstaltung mit Schwerpunkt IuG enthält. Hinzu kommen 6 LV im Wahlpflichtbereich. 9 der untersuchten Universitäten bieten keine entsprechende LV an. In 14 dieser 18 Module bildet die LV die gesamte Spanne der zu vergebenden Leistungspunkte ab. Die Anzahl dieser varriert stark, von 2 bis 7. Im Mittel werden für eine LV des Bereichs IuG 4,4 Leistungspunkte vergeben.

In den meisten Fällen wird eine IuG Veranstaltung ab dem dritten Studiensemester angeboten. Eine Verschiebung auf spätere Semester ist erklärbar durch die Integration von IuG in den Wahlpflichtbereich, welche in Idealstudiengängen der Studienordnungen für die zweite Studienhälfte vorbehalten werden. Die früheste Empfehlung erfolge für die LV „Informatik im Kontext“ der Humboldt Universität Berlin, welche im Modul „Informatische

Schlüsselqualifikationen“ für das erste bzw. zweite Semester im Bachelorstudium vorgesehen ist. Diese ist ebenfalls die einzige LV der Untersuchung, die ausschließlich eine Klausur als Prüfungsform anbietet. Die Prüfungsformen der anderen LV unterscheiden sich. 5 der 27 Universitäten variieren die Prüfungsformen nach Wahl des Studierenden oder Dozierenden.

Die Module sind in der Regel im Fachstudium Bachelor eingegliedert und werden nur zusätzlich in Lehramtstudiengängen gelistet. Entsprechend findet keine didaktische Vertiefung in den Qualifikationszielen der Pflicht-LV Erwähnung. Lediglich die Universitäten Potsdam, Heidelberg und Duisburg-Essen nehmen Bezug auf didaktische Reduktion oder den Schulkontext, während die Universität Paderborn u.A. den Punkt SSchüler und Virtuelle Welten"der KMK-Vorgaben für Lehrerbildung übernimmt.

4.2 Integration gesellschaftswissenschaftlicher Disziplinen

Aus der Ergebnistabelle 2 sticht heraus, dass die meisten der Module mindestens zwei oder mehr der Kategorien bedienen. Die Ziele sind ganzheitlich formuliert, und beschränken sich in den meisten Fällen auf eine wörtliche Erwähnung des Teilgebiets. So werden „grundlegende Kenntnisse und Verständnis gesellschaftlicher Wirkungen“ oder „gesellschaftliche und ethische Fragen der Informatik“ (Jena, LV: „Informatik und Gesellschaft“), oder die Betrachung in „ökonomischen, politischen und rechtlichen, aber auch sozialen und kulturellen Kontext“ (Humboldt, LV: „Informatik im Kontext“) als Qualifikationsziele formuliert. Spezifischere Themen werden gelistet, insbesondere in LV, die Studierendengruppen ein Thema wählen lassen, um dieses als Präsentation oder Referat aufzuarbeiten (vgl. Oldenburg, LV „Informatik und Gesellschaft“ [UO23] und Dresden, LV „Informatik und Gesellschaft“ [TD23a]).

Die meisten Inhalte ließen sich den Teilgebieten Soziologie und Recht zuordnen. Anwendungsbeispiele der Soziologie finden sich in Barrierefreiheit durch assistive Technologien und Ergonomie von IT-Systemen (bspw. Trier, „Informatik und Gesellschaft“), oder Privatheit (bspw. Halle-Wittenberg, LV: „Informatik und Gesellschaft“). Besonders intensiv geschieht dies in der LV „Informatik und Gesellschaft“ der Universität Duisburg-Essen, welche auf Themen wie Informationsüberflutung, partizipative Entwicklung, oder demografischen Wandel eingeht.

In je zwei Fällen werden die Themenfelder Ethik und Recht in separaten LV behandelt. Die Universität Kiel setzt die LV „Ethik in der Informatik“ im Pflichtbereich für 2-Fach-Bachelorstudiengänge voraus, während die Universität Rostock „Ethik und Digitalität“ neben einer allgemeinen IuG LV im Wahlpflichtbereich anbietet. In der Universität Oldenburg ist es hingegen möglich zwischen einer allgemeinen IuG-LV und der LV „Informationstechnologierecht“ zu wählen. Die Technische Universität Dresden bietet eine rechtliche Vertiefung im Wahlpflichtmodul „Datenschutz und Datensicherheit: Vertiefende Aspekte“ an. Aspekte zu Kultur, Geschichte, Wirtschaft oder Umwelt ließen sich nur in vereinzelten LV zuordnen.

Tab. 1: Module mit IuG Lehrveranstaltungen in Studienordnungen des Informatiklehramts (BL = Bundesland, P = Pflicht, WP = Wahlpflicht)

BL	Uni	Art	Modultitel	Sem.	LP	Form
BB	Uni Potsdam	P	Informatik und Gesellschaft / Didaktik der Informatik IIa	1-2 (MA)	6	V+Ü
BE	FU Berlin	P	Auswirkungen der Informatik	2-3 (BA)	5	V+S
BE	HU Berlin	P	Informatische Schlüsselqualifikationen (Informatik im Kontext)	1-2 (BA)	5	V
BW	Uni Heidelberg	P	Informatik und Gesellschaft	5-6 (BA)	2	S
BW	Uni Tübingen	-	-	-	0	-
BW	Uni Freiburg	WP	Informatik, Mensch, Gesellschaft	3/6 (BA)	6	S
BW	Uni Stuttgart	-	-	-	0	-
BY	TU München	-	-	-	0	-
BY	FAU Erlangen-Nürnberg	-	-	-	0	-
BY	LMU München	-	-	-	0	-
HE	Uni Darmstadt	WP	IT Sicherheit, Benutzbarkeit, und Gesellschaftliche Aspekte	4-9 (SE)	4	S
HE	Uni Frankfurt	WP	Planung und Reflexion von Lernprozessen im Fach Informatik	5 (SE)	6	S
HH	Uni Hamburg	P	Informatik im Kontext	5 (BA)	6	V
MV	Uni Rostock	WP	Wahlpflichtbereich Informatik	7-9 (SE)	3	V+Ü
NI	Uni Oldenburg	P	Informatik, Kultur und Gesellschaft	3 (M)	6	S V+S
NI	Uni Göttingen	-	-	-	0	-
NW	Uni Paderborn	P	Informatik und Bildung	1 (M)	7	V+Ü
NW	RWTH Aachen	-	-	-	0	-
NW	Uni Duisburg-Essen	P	Informatik und Gesellschaft	3 (BA)	3	S
NW	Uni Münster	-	-	-	0	-
RP	Uni Trier	P	Informatik und Gesellschaft	2 (BA)	4	S
RP	Uni Koblenz	P	Informatik und Gesellschaft	2-4 (BA)	4	V+Ü
SH	Uni Kiel	P	Ethik in der Informatik	4-5 (BA)	2	V+Ü
SL	Uni des Saarlandes	-	-	-	0	-
SN	TU Dresden	WP	Datenschutz und Datensicherheit: Vertiefende Aspekte	8 (SE)	5	V
ST	Uni Halle-Wittenberg	P	Informatik und Gesellschaft	5-8 (SE)	5	S
TH	Uni Jena	WP	Informatik und Gesellschaft	n.a.	6	V+Ü

Tab. 2: Kategorisierung der IuG Lehrveranstaltungen der Module nach gesellschaftswissenschaftlichen Teilbereichen (E = erwähnt, B = beschrieben, F = fokussiert)

BL	Uni	Art	Soziologie	Ökonomie/ Ökologie	Politik/ Recht	Ethik	Kultur/ Historisch	Ohne Bezug
BB	Uni Potsdam	P	E		E			B
BE	FU Berlin	P	B					B
BE	HU Berlin	P	E	E	E		E	E
BW	Uni Heidelberg	P					B	
BW	Uni Freiburg	WP					E	
HE	Uni Darmstadt	WP	B		B			
HE	Uni Frankfurt	WP		E	E		E	
HH	Uni Hamburg	P	B	B	E		E	
MV	Uni Rostock	WP			E	F		E
NI	Uni Oldenburg	P			F	E	E	E
NW	Uni Paderborn	P	B	E	E	B	E	E
NW	Uni Duisburg-Essen	P	F	E				B
RP	Uni Trier	P	B		B	E	E	E
RP	Uni Koblenz	P	B	B	B	E	E	B
SH	Uni Kiel	P				F		
SN	TU Dresden	WP	B	E	F	B	E	B
ST	Uni Halle-Wittenberg	P	B		E	E	E	
TH	Uni Jena	WP	E	E	E	E	E	E

4.3 Exemplarische Betrachtungen

Während die meisten LV entweder gesellschaftliche Themen in der Breite behandeln oder einen Teilbereich fokussieren (vgl. Tabelle 2), sind die Ziele von 2 der 12 Pflichtveranstaltungen sowohl ganzheitlich als auch vertiefend formuliert, was im Folgendem erläutert wird. Die Universität Hamburg strukturiert ihre LV „Informatik im Kontext“ [UH23] nach den Kategorien „IT und Mensch“, „IT und Organisation/Markt“ und „IT und Gesellschaft“. Die Vertiefung in Markteinflüsse ist in ein Alleinstellungsmerkmal unter den untersuchten Pflicht-LV, und geht insbesondere auf die Modellierung von Geschäftsprozessen ein. Die anderen beiden Kategorien unterscheiden gesellschaftliche Bezüge in individuelle und kollektive Kontexte, wobei in ersterer die Mensch-Maschine-Interaktion, Technologieakzeptanz und Barrierefreiheit, in letzterer die Ethik fokussiert wird. Diese Trennung erfolgte im Rahmen dieser Arbeit nicht. Individuelle und kollektive Aspekte wurden beide im Bereich der Soziologie gesammelt. Die Universität Koblenz hingegen formuliert in ihrer LV „Informatik und Gesellschaft“ [KL23] Anforderungen an gesellschaftliche Regelungssysteme und nennt

die Kategorien Recht, Normen, Markt und Architektur. Der Aufbau gliedert sich in fachliche Hintergründe wie Modelle und Indikatoren Informationsgesellschaft, elektronische Identitäten oder die Definition besagter Regelungssysteme, sowie Fallbeispielen. Diese Bilden in „E-Democracy“, „E-Commerce“ und „E-Health“ mehrere Themen der Regelungssysteme ab. Die Untersuchung politischer Auswirkungen (ohne juristischen Fokus), Konsum und Gesundheit sind in diesem Zusammenspiel in keiner anderen LV zu finden.

4.3.1 Ansätze für Module zur Ethik der Informatik

In vielen LV wird die Ethik mit einem Ausblick auf „ethische Fragen“ bezüglich eines Themas abgebildet. Die Universität Kiel sticht insofern heraus, dass die Ethik die Gesamtheit ihres gesellschaftlich orientierten Pflichtmoduls einnimmt [UK23a], und auf eine ganzheitliche Betrachtung verzichtet wird. Es werden konkrete Fachkompetenzen wie das Verfassen von „Impact Statements“, die Arbeit an Fallstudien, Umgang mit Dillemata und philosophische Argumentation ausgebildet, und mit informatischen Inhalten in Kontext gesetzt. Die Fragestellungen der Bereichsethik Informatik werden hier benannt durch „Verantwortung, Transparenz, Sicherheit und Verzerrungen“. Im Wahlbereich „Informatik und Schulinformatik“ der Universität Rostock existiert das Modul „Ethik und Digitalität“ [UR23]. Im Vergleich zur LV der Universität Kiel wird hier eine methodische Kompetenzbildung für ethische Fragen im Schulunterricht fomuliert. Die Bereichsethik gestaltet sich anhand vom Dual-Use-Dilemma, internationalem ethischen Handeln oder ethischen Richtlinien. Beide Veranstaltungen können eine Vorlage bieten um den ethischen Anteil ganzheitlicher IuG-Veranstaltungen auszubauen, und die Gesamtheit der Aspekte, wie sie beispielsweise die GI formuliert [GI23b], abzubilden.

4.3.2 Tendenzen in Informatik und Recht

Geht es um eine juristische Perspektive in informatischen Themen, so wird diese in sechs Studiendokumenten (Universitäten Münster, Erlangen, Stuttgart, Kiel, Darmstadt, Dresden) als enge Verknüpfung zwischen Recht und Datenschutz und Datensicherheit formuliert. Die LV des Wahlpflichtbereiches in Dresden und Kiel sind explizit auf das Thema Datenschutz ausgelegt.

Die LV „Informationstechnologierecht“, die in der Universität Oldenburg anstatt der LV „Informatik und Gesellschaft“ im Modul „Informatik, Kultur und Gesellschaft“ gewählt werden kann, erweitert dieses Themenfeld um Vertragsrecht im Internet. Einen Ansatz für eine konkretere Betrachtung liefert die Wahlpflicht LV „Informatikrecht“ der Universität Kiel [UK23b], welche juristische Problemfelder in Vertrags-, Straf-, Urheber-, Wettbewerbs und Zivilrecht gliedert, und diese auf Prozesse im Internet überträgt. Eine Vertiefung in Bezug auf geistiges Eigentum ist zudem in der Ludwig-Maximilians Universität München in

der Wahlpflichtveranstaltung „Geistiges Eigentum für die Informationstechnologie“ möglich [UM23].

4.3.3 Schwach integrierte Teilgebiete

Bis auf die genannten Ausnahmen fällt auf, dass die Bereiche Ökologie, Ökonomie, sowie kulturelle und historische Betrachtungen wenig Anwendung finden. Universitäten, die im Wahlpflichtbereich den Lehramtsstudierenden den Zugang zum Modulkatalog des Informatikbachelors öffnen, lassen eine Vertiefung in Wirtschaftsinformatik zu. Der Bereich Kultur wurde in dieser Untersuchung weit definiert und von den Bezügen zu den anderen vier Teilgebieten getrennt. Entsprechend verbleiben hier anthropologische oder historische Bezüge, sowie bildende Künste, die nur wenig im informatischen Kontext konkretisiert wurden. Entstanden aus der Unterteilung der CSTA K-12 Standards, lässt sich in diesen einen starken Bezug zwischen Kultur und soziologischen Aspekten sowie interdisziplinären Problemen feststellen. Die Standards des „Impacts of Computing“ Konzeptes gehen auf „Cultrual practices“, bildende Künste, sowie sozialkultureller Differenzierung im Bereich der Onlinekommunikation ein.

Ob diese Bereiche einen Teil der Lehramtsausbildung für Informatik darstellen müssen, soll diese Arbeit nicht bewerten. Mehr möchte sie durch den explorativen Anteil des qualitativen Forschungsdesigns die Schwerpunkte der Curricula feststellen. Die Kategorienbildung ist hierbei ein Versuch amerikanische und deutsche Standards zu vereinigen. Zur Lösung des Problems nach ganzheitlichen IuG-Inhalten bildet sie eine von vielen Möglichkeiten ab.

4.4 Integrative Ansätze

Während sich eine Tendenz zur Modularisierung von IuG abzeichnet, bedeutet dies nicht, dass diese Inhalte nur in besagten Modulen vorkommen kann. Unabhängig von der Gestaltung eines umfassenden Modules integrieren die Universitäten kategorisierbare Inhalte in anderen LV. Als Beispiel seien hier die Universitäten WWU Münster, die ALU Freiburg und die RTWH Aachen erwähnt, welche ihre jeweiligen Studienordnungen nach den Inhalts- und Prozessbereichen der Bildungsstandards der GI gegliedert haben. Die RWTH Aachen beschreibt im Bachelorstudiengang den Bereich „Informatik, Mensch und Gesellschaft“ als „anteilig in allen Fachmodulen abgedeckt“, sowie in die Einführung in die Fachdidaktik integriert. Beispiele finden sich in der LV „Softwarepraktikum“ oder „Praktikum Inklusion und Heterogenität“. Ähnlich handhabt es die WWU Münster, die den LV „Rechnerstrukturen, Netzwerke und Sicherheit“ und „Datenbanken“ den Inhaltsbereich namentlich zuordnet. Die ALU Freiburg verweist auf die Vorlesung für Betriebssysteme, sowie frei wählbare Seminare, die den Inhaltsbereich abdecken sollen. Dabei ist zu erwähnen, dass diese Arbeit die formulierten und rechtsverbindlichen Ziele der Studiendokumente untersucht und keine Aussage über die praktische Umsetzung der Inhalte in den LV trifft.

5 Ausblick

Die Vielfalt der Themen, benötigte Fachkompetenzen und die begrenzte Zahl der Veranstaltungen und Leistungspunkte macht das Erstellen eines umfassenden Moduls, sowie die Formulierung fundamentaler und konkreter Lerninhalte zu einer Herausforderung. Dennoch zeichnet sich eine Tendenz zur Modularisierung von IuG im Pflichtbereich ab, und weitere Standorte wie die Technische Universität Dresden [TD23b] folgen in den kommenden Jahren. Die Studie selbst stellt eine Momentaufnahme der Findungsphase des Unterrichtens von IuG dar, inhaltlich wie auch methodisch. Die Ergebnisse der Studie bieten Orientierung für den Umfang und die Umsetzung solcher Module. Sie können genutzt werden, um anhand der in Kapitel 4 dargestellten Module Ansätze zu entwickeln, zukünftige IuG-Module auf ganzheitlicher Ebene zu gestalten, anstatt vereinzelte Spezifikationen wie Datenschutzrecht zu unterrichten. Während sich einige der Studiendokumente mit Ergonomie, Datenschutz, oder Urheberrecht den Bestimmungen der KMK [KMK19] nähert, ist empfohlen diese Listung von Themen nicht als die äußere Grenze von IuG wahrzunehmen. Die interdisziplinarische Kategorisierung dieser Arbeit bietet einen möglichen Ansatz die Auswirkungen von Informatik ganzheitlich zu gliedern. Modellprojekte wie die Standorte in Hamburg und Koblenz liefern bereits Ansätze für mögliche Strukturierungen, die den sonst sehr trennungsunscharfen Bereich „Gesellschaft“ abdecken. In Vertiefungsmodulen zu Ethik, Recht und Wirtschaft der Universitäten lassen sich konkrete Problemstellungen finden, die Kontexte für IuG-Module im Lehramt bieten.

Die Ergebnisse bieten über die aufgezeigten Lücken Arbeitsfelder für zukünftige Forschung. Neben wenig vertretenen Fachinhalten zu IuG betrifft dies allen voran die fehlende didaktische Perspektive für die Gestaltung von IuG im Unterricht. Witten schreibt dem Informatikunterricht die Rolle zu, sich mit gesellschaftsverändernden Wirkungen auseinanderzusetzen. Die Verschiebung in gesellschaftswissenschaftlichen Unterricht sei aufgrund fehlender informatischer Kenntnisse der Lehrkräfte und der Vielfalt an Themen hierfür nicht zielführend [Wi03]. Doch so wie informatische Fachkenntnisse einer Ethiklehrkraft nicht vorausgesetzt werden können, sind auch gesellschaftswissenschaftlich-didaktische Kompetenzen von Informatiklehrkräften nicht Bestandteil ihres Curriculums. Zur letztendlichen Umsetzung von IuG für das Lehramt werden Kompetenzen der Bereiche Philosophie, Recht, Politik und Soziologie nötig sein, um etwaige informatische Inhalte im Rahmen des Schulunterrichtes auf gesellschaftlicher Ebene zu diskutieren und zu reflektieren. Für die Lehramtsausbildung in Informatik wird zukünftige Forschung den Weg ebnen um IuG-Inhalte von fachlichen in fachdidaktische Lernszenarien zu transferieren und zu modularisieren. Die zugrundeliegenden Forschungsmaterialien und Ergebnisse sind im Open-Science-Framework[6] hinterlegt [SLB23].

[6] Daten im Open-Science-Framework, Zugriff unter `https://osf.io/p65w3/?view_only=24e17e7a674b4d909d0aeb583e6d8a67`. Lizensiert nach CC-By Attribution 4.0 license International.

Literatur

[Ba12] Bauer, J.; Diercks, U.; Rösler, L.; Möller, J.; Prenzel, M.: Teacher education in Germany: How heterogeneous are study programs? 40/, S. 101–120, Jan. 2012.

[CA16] K-12 Computer Science Framework Steering Committee: K-12 Computer Science Framework, Technical Report, Num Pages: 307 ISBN-13: 9781450352789, New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, Sep. 2016.

[Co17] Computer Science Teachers Association: CSTA K-12 Computer Science Standards, Revised 2017, en-us, Techn. Ber., Sep. 2017, URL: http://www.csteachers.org, Stand: 10. 05. 2023.

[Di22] Diethelm, I.; Gal-Ezer, J.; McGettrick, A.; Nardelli, E.; Passey, D.; Rovan, B.; Webb, M.: Informatics Reference Framework for School. en,/, Feb. 2022.

[GI23a] Gesellschaft für Informatik e. V.: Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe II - Bildungsstandards Informatik, 2023, URL: https://informatikstandards.de/standards/bildungsstandards-informatik-fuer-die-sekundarstufe-ii, Stand: 14. 05. 2023.

[GI23b] Gesellschaft für Informatik e. V.: Informatik, Mensch und Gesellschaft - Bildungsstandards Informatik, 2023, URL: https://informatikstandards.de/standards/inhaltsbereiche/informatik-mensch-und-gesellschaft, Stand: 11. 05. 2023.

[GI23c] Gesellschaft für Informatik e. V.: Zugangswege der einzelnen Bundesländer, 2023, URL: https://informatiklehrerin.gi.de/standard-titel, Stand: 11. 05. 2023.

[HK01] Hericks, U.; Kunze, I.: 2. Heymann, Hans Werner (Hrsg.): Allgemeinbildung und Fachunterricht. de, Zeitschrift für Erziehungswissenschaft 4/3, S. 477–478, Sep. 2001, ISSN: 1862-5215, URL: https://doi.org/10.1007/s11618-001-0049-4, Stand: 10. 05. 2023.

[KL23] Modulhandbuch Lehramt Informatik — Universität Koblenz · Landau, de, 2023, URL: https://www.uni-koblenz-landau.de/de/koblenz/fb4/bewerber-und-studieninteressierte/studiengaenge/lehramt-informatik/modulhandbuch, Stand: 14. 05. 2023.

[KMK19] Sekretariat der KMK: Ländergem. inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung, Techn. Ber., Mai 2019, URL: https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2008/2008_10_16-Fachprofile-Lehrerbildung.pdf, Stand: 11. 05. 2023.

[Mi14] Mikl-Horke, G.: 3. Ansätze zu einer Sozialwissenschaft der Wirtschaft in klassischen Konzeptionen. In: Sozialwissenschaftliche Perspektiven der Wirtschaft. Oldenbourg Wissenschaftsverlag, S. 59–84, Sep. 2014, ISBN: 978-3-486-84304-0, URL: https://www.degruyter.com/document/doi/10.1524/9783486843040.59/pdf, Stand: 11. 05. 2023.

[SB18] Schulte, C.; Budde, L.: A Framework for Computing Education: Hybrid Interaction System: The need for a bigger picture in computing education. In: Proceedings of the 18th Koli Calling International Conference on Computing Education Research. Koli Calling '18, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, S. 1–10, Nov. 2018, ISBN: 978-1-4503-6535-2, URL: https://dl.acm.org/doi/10.1145/3279720.3279733, Stand: 10. 05. 2023.

[Si95] Siebenhüner, B.: Ökonomisches und ökologisches Denken: Darstellung und Verbindung ihrer Strukturelemente. IÖW, Berlin, 1995, ISBN: 978-3-926930-77-4.

[SLB23] Sprenger, M.; Leonhardt, T.; Bergner, N.: Gesellschaftliche Aspekte im Informatiklehramt. en,/, Publisher: OSF, Mai 2023, URL: https://osf.io/p65w3/, Stand: 13. 08. 2023.

[TD23a] Informatik und Gesellschaft, de, Document, 2023, URL: https://tu-dresden.de/ing/informatik/sya/ps/studium/lectures/iug?set_language=de, Stand: 14. 05. 2023.

[TD23b] Lehramt an Gymnasien (Immatrikulation ab dem WiSe 2023/24), de, 2023, URL: https://tu-dresden.de/zlsb/lehramtsstudium/im-studium/studiendokumente/copy2_of_lehramt-an-gymnasien?set_language=de, Stand: 14. 05. 2023.

[UH23] Modulhandbuch Fachbereich Informatik 2020, Hamburg. de,/, 2023, URL: https://www.uni-hamburg.de/campuscenter/studienorganisation/ordnungen-satzungen/pruefungs-studienordnungen/lehramt/20220323-fsb-la-med-info-berufinfo-75.pdf.

[UK23a] Modulinformationssystem: Ethik in der Informatik, 2023, URL: https://moduldb.informatik.uni-kiel.de/show.cgi?ModData/show/ModData631, Stand: 14. 05. 2023.

[UK23b] Modulinformationssystem: Informatikrecht, 2023, URL: https://moduldb.informatik.uni-kiel.de/show.cgi?ModData/show/ModData94, Stand: 14. 05. 2023.

[UM23] INF-LGY.de — Universität München - Didaktik der Informatik, 2023, URL: https://ddi.ifi.lmu.de/lehrerausbildung/downloads/inf-lgy/view, Stand: 14. 05. 2023.

[UO23] Informatik und Gesellschaft // Universität Oldenburg, 2023, URL: https://uol.de/iug, Stand: 14. 05. 2023.

[UR23] Universität Rostock, 2023, URL: https://pruefung.uni-rostock.de/qisserver/rds?state=verpublish&publishContainer=modulDetail&modulnr=1150620, Stand: 14. 05. 2023.

[Wi03] Witten, H.: Allgemeinbildender Informatikunterricht? Ein neuer Blick auf H. W. Heymanns Aufgaben allgemeinbildender Schulen. Gesellschaft für Informatik e.V., 2003, ISBN: 978-3-88579-361-8.

Seminarkonzept zur fachlichen und fachdidaktischen Qualifizierung von Informatiklehramtsstudierenden zum Maschinellen Lernen

Erik Marx[1,2], Nadine Bergner[3]

Abstract: Künstliche Intelligenz (KI), insbesondere Maschinelles Lernen (ML) findet vermehrt Einzug in die Lehrpläne für den Informatikunterricht, ohne dass Lehramtsstudierende mit dem Fach Informatik dafür im Studium ausreichend qualifiziert werden. In diesem Praxisbeitrag wird ein Seminarkonzept vorgestellt, in dem Lehramtsstudierende sowohl fachlich als auch fachdidaktisch für die Vermittlung des Themengebiets ML im Unterricht befähigt werden. Im Mittelpunkt des Seminars steht die Erstellung eines Erklärvideos und eines digitalen Lernmoduls zu einem gewählten ML-Thema. Während der ersten Pilotierung mit Studierenden wird die Struktur des Seminars und die Prüfungsform positiv hervorgehoben.

Keywords: Seminarkonzept; Informatiklehramt; Künstliche Intelligenz; Maschinelles Lernen

1 Motivation

Künstliche Intelligenz (KI) ist ein zunehmend relevantes Thema in unserer Gesellschaft. In nahezu allen Bereichen unseres Lebens begegnen uns Systeme, die auf KI basieren, sei es direkt bei Anwendungen wie ChatGPT oder indirekt via Empfehlungsalgorithmen bei Youtube oder bei der Gesichtserkennung. Gemein ist diesen Beispielen, dass sie auf dem Verfahren des maschinellen Lernens (ML) basieren. Insbesondere für Schüler:innen ist es von großer Bedeutung, ein grundlegendes Verständnis für ML zu erwerben, da sie mit dieser Technologie nicht nur tagtäglich in Kontakt kommen, sondern auch an der Diskussion zum Einsatz dieser befähigt werden sollen. So wird KI in den Lehrplänen für den Informatikunterricht zunehmend berücksichtigt. Entsprechend findet sich das Thema bereits in den Lehrplänen in Bayern, Hessen, Nordrhein-Westfalen, Sachsen und Schleswig-Holstein [BS23a; BS23b; BS23c; He16; Mi21a; Mi21b; Sä22a; Sä22b]. Dies bedeutet gleichzeitig, dass Lehrkräfte in der Lage sein müssen, die Funktionsweise von und den Umgang mit KI-Systemen zu vermitteln. Im Moment sind daher landesweit Fortbildungsinitiativen zu KI zu beobachten[4], welche kurzfristig aktive Lehrkräfte auf die neuen Lehrplaninhalte vorbereiten. Darüber hinaus ist es jedoch unabdingbar, dass

[1] TU Dresden, Professur für Didaktik der Informatik, erik.marx@tu-dresden.de
[2] Center for Scalable Data Analytics and Artificial Intelligence (ScaDS.AI) Dresden/Leipzig, Germany
[3] RWTH Aachen University, Professur für Didaktik der Informatik, bergner@informatik.rwth-aachen.de
[4] Siehe beispielhaft die Fortbildungsinitiative in Bayern: `https://www.edu.sot.tum.de/ddi/fuer-lehrkraefte/fortbildungsoffensive-ki/`

mittelfristig Lehramtsstudierende der Informatik bereits in der universitären Ausbildung für das Thema KI fachlich sowie didaktisch qualifiziert werden.

In diesem Beitrag wird ein Seminarkonzept für Informatiklehramtsstudierende vorgestellt, welches die Studierenden fachlich und fachdidaktisch für das Unterrichten von ML in der Schule qualifiziert. Im Folgenden wird das Seminarkonzept beschrieben und die angestrebten ML-Kompetenzen für Schüler:innen und Lehrkräfte präzisiert. Anschließend werden die ersten Erfahrungen aus der Pilotierung vorgestellt und die Rückmeldungen der Studierenden ausgewertet.

2 Ziele und Überblick über das Seminar

Das Seminar hat zum Ziel, Informatiklehramtsstudierende für das Unterrichten des Themengebiets KI zu qualifizieren. Dabei liegt der Fokus auf dem Teilbereich des ML. Hierfür gibt es mehrere Gründe: So basieren viele der aktuell im Alltag verwendeten KI-Technologien auf ML. Auch nimmt ML einen bedeutenden Stellenwert in den Lehrplänen, vor allem der Sekundarstufe II, ein [BS23a; BS23b; BS23c; Mi21b; Sä22a; Sä22b]. Ein weiterer Grund ist, dass ML im Vergleich zu traditionellen Themen des Informatikunterrichts Besonderheiten aufweist, wie von Tedre et al. dargelegt wird. So widerspricht ML einigen Konzepten der klassischen Programmierung und stellt somit einen Paradigmenwechsel dar. Beispielsweise wird in der imperativen Programmierung unter Korrektheit vor allem verstanden, dass Programme syntaktisch korrekt sind oder das richtige Ergebnis ausgegeben wird. Beim ML werden jedoch statistische Modelle verwendet, die für jede Ausgabe lediglich eine Wahrscheinlichkeit angeben, mit der diese richtig ist. Die Entscheidung darüber, ab welcher Sicherheit das Modell verwendet werden soll, ist maßgeblich von der Problemstellung abhängig, sodass Modelle nicht binär in richtig und falsch klassifiziert werden können. Dazu ergeben sich eigene Problemlösestrategien und Debugging-Ansätze [TDT21]. Es wurde sich daher dafür entschieden, den Themenbereich des ML in den Fokus zu rücken.

Erstes Ziel des Seminars ist es, dass die Studierenden die für die Vermittlung im Informatikunterricht nötigen fachlichen Kompetenzen im Bereich ML erwerben. Um die Inhalte auszuwählen, wurden drei KI-Kompetenzkataloge herangezogen. Eine Quelle sind die „Five Big Ideas in AI“ von Touretzky et al., welche von der Verbundinitiative AI4K12 der Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI) und der Computer Science Teachers Association (CSTA) formuliert wurden. Diese beschreiben fünf zentrale Konzepte, die alle Schüler:innen erlernen sollen: (1) Perception, (2) Representation & Reasoning, (3) Learning, (4) Natural Interaction und (5) Societal Impact [To19]. Zur Vermittlung von Kompetenzen im Bereich ML bietet sich insbesondere das Konzept *(3) Learning* an, wofür konkrete Vorschläge zu Unterrichtsinhalten und -methoden formuliert wurden [TGS22].

Weiter bietet sich der Kompetenzkatalog von Michaeli et al. an, der sich am Dagstuhl-Dreieck orientiert. Michaeli et al. stellen ebenfalls Kompetenzen zum gesamten Spektrum

von KI vor, verteilt auf die technologische, sozio-kulturelle und anwendungsorientierte Perspektive [MRS22]. Auch zum ML formulieren Michaeli et al. Kompetenzen. Als Ergänzung sei noch der Kompetenzkatalog von Long & Magerko genannt. Dieser Katalog ist stärker auf ML fokussiert. Eine Bereicherung sind insbesondere die Design-Empfehlungen für die Gestaltung von Unterrichtsszenarien bzw. -materialien [LM20]. Mithilfe dieser drei Ressourcen wurden die zu vermittelnden fachlichen Kompetenzen für das Seminar ausgewählt. Darüber hinaus werden diese genutzt, um mit den Studierenden Lernziele im Themenfeld KI im Informatikunterricht zu diskutieren.

Um in einem weiteren Ziel Studierende zu befähigen, nicht nur konzeptuell die Besonderheiten des Unterrichtens von KI zu analysieren, sondern Unterricht zu KI-Themen selbst durchführen und reflektieren zu können, lernen die Studierenden im Seminar verschiedene KI-Unterrichtsmaterialien kennen, erproben diese und analysieren sie bezüglich angestrebter KI-Kompetenzen.

Nachdem die Studierenden fachliche Kompetenzen erworben und entsprechende Materialien analysiert haben, werden sie befähigt, Unterricht im Themenbereich KI selbst zu gestalten, indem sie eigenes Unterrichtsmaterial erstellen und dabei ihre fachdidaktischen Kompetenzen erweitern. Hierfür verbinden die Teilnehmenden didaktische und fachliche Kompetenzen, indem sie zentrale KI-Konzepte des gewählten Themas herausarbeiten, die Inhalte entsprechend der selbstgewählten Zielgruppe didaktisch reduzieren und Lehr-Lern-Material didaktisch begründet erstellen. Ziel ist es zudem, die so entstandenen Lernmaterialien als Open-Educational-Ressources (OER) zu veröffentlichen.

3 Seminarkonzept

In diesem Kapitel wird der Aufbau des Seminars samt Prüfungsleistung vorgestellt. Das Seminar umfasst zwei Semesterwochenstunden und wird mit 5 ECTS[5] gewertet. Es richtet sich an Studierende für das Lehramt an weiterführenden Schulen der Sekundarstufe I und II mit dem Fach Informatik. Es werden keine Vorkenntnisse im Bereich KI vorausgesetzt, jedoch werden fachdidaktische Kompetenzen empfohlen. Die Prüfungsleistung besteht aus einem Portfolio, das die Ergebnisse der Arbeitsaufträge, welche semesterbegleitend bearbeitet werden, enthält.

Im Zentrum des Seminars steht die Entwicklung eines interaktiven Lernmoduls zu einem gewählten Teilgebiet des ML. Zur Auswahl stehen die Themen: (1) Datenanalyse, (2) Modellevaluation, (3) Rolle von Daten im ML-Prozess, (4) Entscheidungsbäume, (5) K-Means, (6) Künstliche Neuronale Netze, (7) Q-Table Learning und (8) Bildverarbeitung/Computer Vision.

[5] Abkürzung für European Credit Transfer and Accumulation System – das europäische Erfassungssystem für zu erbringende und erbrachte Leistungen

Diese Themen sind aus den vorher genannten Kompetenzkatalogen abgeleitet und beschreiben ausgewählte Schritte des ML-Workflows (1-3), spezifische Technologien (4-7) oder ein Anwendungsgebiet von KI (8). Das zu erstellende digitale Lernmodul setzt sich zusammen aus einem ca. fünfminütigen Erklärvideo und einer interaktiven Aufgabensammlung. In dem Erklärvideo sollen die Konzepte des gewählten Themas erläutert werden. Dazu wird von den Studierenden ein Video mit selbst erstellten Animationen und eingesprochenen Erklärungen erstellt. Aufbauend auf diesem Lernvideo, wird anschließend das digitale Lernmodul erstellt, in welchem mittels interaktiver Aufgaben verschiedenen Formats die Inhalte des Erklärvideos wiederholt und vertieft werden.

Die Erstellung des interaktiven Lernmoduls unterstützt die Seminarziele auf verschiedenen Ebenen. Zum einen müssen sich die Studierenden fachlich in das Thema einarbeiten, um das Erklärvideo zu erstellen. Dabei ist sowohl ein fachlicher Überblick nötig, um das Thema einordnen zu können, als auch ein vertieftes Verständnis, um zentrale Konzepte im Video verständlich zu erklären. Das Erklärvideo muss darüber hinaus motivierend, strukturiert und zeiteffizient sein, was eine Auseinandersetzung mit dem Thema sowohl fachlich als auch didaktisch erfordert. Durch die Erstellung eines Lernvideos setzen sich die angehenden Lehrkräfte zudem mit der Visualisierung und Veranschaulichung ihres Themas auseinander. Zum anderen trainiert die Erstellung von interaktiven Aufgaben die Formulierung und Überprüfung von Lernzielen sowie die Leistungserhebung im Bereich ML.

Das Seminar ist grob in **drei Phasen** gegliedert, die in der Praxis nicht trennscharf gehandhabt werden. In der ersten Phase erfolgt die fachliche Qualifizierung und das Kennenlernen von Lehr-Lern-Materialien zum Thema ML. In der zweiten Phase erfolgt die fachdidaktische Qualifizierung, in der zentrale Konzepte des gewählten Themengebiets herausgearbeitet, didaktisch reduziert und Lernziele in Bezug auf Lehrpläne und Kompetenzkataloge formuliert werden. In der dritten Phase erfolgt die schulpraktische Qualifizierung, in der die Studierenden ein eigenes digitales Lernmodul erstellen.

3.1 Phase 1: Fachliche Qualifizierung

In der ersten Seminareinheit wird ein Blick in die Lehrpläne für das Fach Informatik geworfen und analysiert, an welchen Stellen KI in den Lehrplänen integriert ist und über welches Vorwissen die Schüler:innen bereits verfügen. Das Ziel der folgenden drei Wochen besteht darin, dass die Studierenden fachlich in das Thema ML eingeführt werden und gleichzeitig Methoden für die Vermittlung im Unterricht kennenlernen. Trotz Eingrenzung von KI auf ML, ist dieses weiterhin ein umfangreiches Thema. Das Seminar kann jedoch aufgrund der beschränkten Zeit keine tiefgehende fachwissenschaftliche Lehrveranstaltung zum Thema KI ersetzen. Zu diesem Zweck wurde ein Massive Open Online Course (MOOC) gewählt, den die Studierenden asynchron zwischen den Seminarterminen bearbeiten.

Die Auswahl eines geeigneten MOOC erwies sich als herausfordernd, da dieser verschiedene Anforderungen erfüllen muss. So soll der MOOC die relevanten Inhalte thematisieren, das

heißt möglichst viele Aspekte von ML abdecken und sich nicht nur auf ein Thema, wie beispielsweise künstliche neuronale Netze, beschränken. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist, dass der MOOC einen geeigneten fachlichen Anspruch hat, also weder zu oberflächlich noch zu anspruchsvoll ist. Es gibt zwar einige MOOCs, die sich an Anfänger:innen richten, in diesen werden zentrale Konzepte jedoch nur unzureichend erklärt. Daneben gibt es wiederum MOOCs, die einen hohen wissenschaftlichen Anspruch haben. Obwohl die angehenden Lehrkräfte über mehr Wissen verfügen sollten, als sie im Unterricht vermitteln müssen, würde die Beschäftigung mit ML-Algorithmen auf universitärem Niveau den zeitlichen Rahmen sprengen, der für die fachliche Qualifizierung eingeplant ist. Zuletzt seien noch anwendungsorientierte MOOCs genannt, die das Erklären der Konzepte in den Hintergrund rücken und sich auf die Implementation dieser konzentrieren. Diese sind ebenfalls nicht geeignet, da für die didaktische Auseinandersetzung Wissen über die zugrundeliegenden Konzepte unerlässlich ist.

Letztlich wurde der MOOC „AMALEA - Angewandte Machine Learning Algorithmen“ im KI-Campus ausgewählt[6], da dieser sowohl Videos enthält, in denen die Konzepte erklärt werden, als auch Programmierübungen, mit denen die Studierenden die praktische Implementation üben können. Dadurch werden die Studierenden auch für das Niveau der Sekundarstufe II vorbereitet. Eine Schwäche dieses MOOCs in Bezug zur Themenauswahl im Seminar ist das Fehlen einer Einheit zum verstärkenden Lernen anhand des Q-Learning. Als Alternative zur Wahl des „AMALEA“-MOOCs wurde auch der MOOC aus der bayrischen Fortbildungsinitiative in Erwägung gezogen[7]. Dieser ist speziell für Lehrkräfte konzipiert und bietet somit eine klare didaktische Ausrichtung sowie Präsentation von Unterrichtsmaterialien. Allerdings besteht hier die Gefahr, dass die Studierenden durch die didaktische Aufbereitung des Materials im MOOC bereits beeinflusst sind und dies ihre eigene didaktische Auseinandersetzung mit dem Thema im Seminar einschränkt. Aus diesem Grund wurde sich für den neutraleren MOOC AMALEA entschieden, der die fachlichen Inhalte in den Vordergrund stellt. Die relevanten Einheiten des MOOCs wurden dazu den drei Wochen zugeteilt.

Neben dieser fachlichen Einarbeitung zwischen den Seminarsitzungen wird die Zeit in Präsenz genutzt, um einerseits offene Fragen aus der Bearbeitung des MOOCs zu klären und vorrangig die didaktische Auseinandersetzung mit dem Thema ML anzuregen. Zu diesem Zweck wird in jeder Woche einer der drei Kompetenzkataloge vorgestellt und anschließend Unterrichtsmaterial passend zu den fachlichen Themen, die in der jeweiligen Woche im MOOC thematisiert wurden, erprobt und analysiert. Neben einer fachlichen Wiederholung lernen die Studierenden so beispielhaft verschiedene Zugänge zum Thema ML kennen, welche sie in ihrem späteren Unterricht einbinden können. Anschließend analysieren die Studierende die Materialien anhand der Kompetenzkataloge und festigen damit ihre Kenntnisse über angestrebte ML-Kompetenzen. Bei den ausgewählten Materialien handelt es sich um erprobte und bewährte Materialien, wie beispielsweise den

[6] https://learn.ki-campus.org/courses/amalea-kit2021
[7] https://open.sap.com/courses/ai1-de

Lebensmittel-Datenkarten des ProDaBI-Projekts[8], dem Mensch-Maschine-Spiel aus dem Wissenschaftsjahr 2019[9] oder Materialien, die aktuell am Lehrstuhl entwickelt werden und bereits in einer Vielzahl von Workshops erprobt wurden.

3.2 Phase 2: Fachdidaktische Qualifizierung

In der zweiten Phase des Seminars setzen sich die Lehramtsstudierenden vertieft mit einem der zur Auswahl stehenden Themen fachlich wie fachdidaktisch auseinander. Dies geschieht, indem die Studierenden eine Sachanalyse verfassen und darauf aufbauend eine didaktische Reduktion vornehmen. In den nächsten Seminarsitzungen wird diskutiert, was eine gute Sachanalyse ausmacht und analysiert welches die zentralen Konzepte sind, die dem gewählten Thema zugrunde liegen. Didaktische Entscheidungen wie die Reihenfolge, in denen die Konzepte vermittelt werden sollten, und das Vorwissen, welches die Schüler:innen benötigen, werden ebenfalls diskutiert. Auch hierfür werden die in Kapitel 2 vorgestellten Kompetenzkataloge einbezogen. Abgeschlossen wird diese Phase, indem die Studierenden konkrete Lernziele für ihr Lernvideo und das darauf aufbauende Lernmodul formulieren.

3.3 Phase 3: Schulpraktische Qualifizierung

Die Studierenden sollen in der dritten Phase des Seminars ihr Erklärvideo und das interaktive Lernmodul erstellen. Dazu entwerfen sie zunächst ein Skript für das Lernvideo, zuerst für die erste Minute des Videos und nach Feedback für das gesamte Video. In den Seminarsitzungen werden Erklärvideos als Unterrichtsmittel analysiert, indem beispielsweise Kriterien für gute Erklärvideos aus lernpsychologischer und didaktischer Perspektive formuliert werden. Als Basis dient das Buch von Tenberg zu didaktischen Erklärvideos [Te21]. Eine zentrale Charakteristik dieser und der nächsten Phase ist, dass sich die Studierenden bei jeder Zwischenabgabe gegenseitig Feedback geben und die erstellten Materialien in den Seminarsitzungen gemeinsam reflektiert werden.

Anschließend werden das Erkärvideo und Lernmodul produziert. Dazu werden in den Seminarsitzungen unterschiedliche Tools zur Erstellung des Erklärvideos präsentiert und eine Einführung in H5P gegeben, ein Open-Source-Framework zur Erstellung von interaktiven digitalen Lehr-Lern-Materialien. Die Erstellung eines interaktiven Lernmoduls hat darüber hinaus mehrere Vorteile: Die Studierenden beschäftigen sich mit einer für viele unbekannte Methode. Durch die Erstellung von Aufgaben findet zudem ein konkreter Rückbezug zu den anfangs formulierten Lernzielen statt. Außerdem beschäftigen sich die Studierenden mit Formen der Lernstandserhebung im Bereich des ML, indem sie verschiedene Aufgabenstellungen -und typen verwenden, was im Schullalltag wiederum bei der Formulierung von Übungen und Leistungskontrollen hilfreich ist. Auch für die

[8] https://www.prodabi.de/silp56-entscheidungsbaeume/
[9] https://www.wissenschaftsjahr.de/2019/jugendaktion/

Erstellung der Lernvideos und Lernmodule sind Zwischenabgaben vorgesehen, für die sich die Studierenden zwischen und in den Seminarsitzungen Feedback geben.

4 Diskussion der Pilotierung

Das Seminar befindet sich im Sommersemester 2023 in der Ersterprobung. Sieben Lehramtsstudierende mit dem Fach Informatik belegen das Seminar im Ergänzungsbereich. Drei Informatiklehrkräfte besuchen das Seminar rein aus persönlichem Interesse, ohne eine Prüfungsleistung ablegen zu können. Aktuell befindet sich das Seminar am Ende der zweiten Phase. Die Studierenden haben zuletzt ein vorläufiges Skript erstellt und arbeiten zur nächsten Seminarsitzung am Skript des vollständigen Videos. In der letzten Seminarsitzung wurde eine anonyme Zwischenevaluation durchgeführt, um die Meinung der Studierenden einzuholen. Die Umfrage wurde von drei Studierenden beantwortet, die Antworten decken sich dabei mit der allgemeinen Wahrnehmung des Seminarleitenden. Im Folgenden werden die Erkenntnisse aus den Beobachtungen des Seminarleitenden und exemplarisch die Antworten der Studierenden vorgestellt. Beispielhaft werden passende Zitate aus der Zwischenevaluation eingefügt.

Auf die Frage nach den **Gründen für die Wahl dieses Seminars** antworten die Studierenden unter anderem:

> *„KI als Thema ist grad sehr aktuell und auch davor hatte ich schon ein großes persönliches Interesse an der Thematik. Weiterhin brauchte ich noch ein paar Punkte für [die Ergänzungsstudien] :)“* und *„Im neuen Lehrplan steht KI als Pflicht mit drin, aber im Studium werden die Inhalte zumindest in den Pflichtmodulen nicht vermittelt. Ich besuche das Seminar, um die Grundlagen in der Theorie und didaktisch zu verstehen.“*

Die Studierenden besuchen das Seminar zum einen, weil sie Interesse am Thema KI haben. Dies trifft vor allem auf die drei Lehrkräfte zu. Darüber hinaus merken die Studierenden die fehlende fachliche, sowie didaktische Ausbildung im Studium an, obwohl KI bereits Teil des Lehrplans ist. Hier zeigt sich, dass der oben hervorgestellte Bedarf einer fachlichen und didaktischen Qualifikation zumindest aus Sicht der Teilnehmenden besteht.

Die anschließende Frage **Wie zufrieden bist du mit dem Seminar?** wird auf einer 5-stufigen Likert-Skala mit der Verteilung *1 - Gar nicht zufrieden* bis *5 - Voll zufrieden* beantwortet. Die Studierenden vergaben hier zu 100% die Wertung *4*.

Auf die Frage nach den **Aspekten, die den Teilnehmenden gut gefallen**, gab es unter anderem die Antworten:

> *„Die Theorie wird sehr anschaulich vermittelt. Es wird viel über verschiedene Aspekte diskutiert. Die Zwischenabgaben und das Feedback helfen bei der*

> *Überarbeitung und sparen Zeit in der meist schon vollen Prüfungsphase.“* und *„Dass die Prüfungsleistung über das Semester aufgebaut wird. Dass wir viel diskutieren und Raum dafür gegeben wird“*

Persönliche Rückmeldungen während des Seminars zeigen, dass den Studierenden die Struktur des Seminars aus den in Kapitel 3 vorgestellten Phasen positiv wahrnehmen. Daneben wird gelobt, dass die Prüfungsleistung in Form eines Portfolios und mehreren Zwischenabgaben bereits semesterbegleitend bearbeitet wird. Zuletzt wird hervorgehoben, dass das Feedback während des Seminars bei der Bearbeitung der Prüfungsleistung hilft. Ein weiterer positiver Aspekt aus der Wahrnehmung des Seminarleitenden ist, dass durch den Fokus auf ein ML-Thema, die Studierenden Zeit haben, ihre Kompetenzen aus der Grundlagenvorlesung der Didaktik der Informatik, die thematisch sehr breit aufgestellt ist, auf einen speziellen Bereich anzuwenden. So festigen die Studierenden ihre Kompetenzen zur didaktischen Reduktion und Lernzielformulierung, was ihnen wiederum unabhängig vom Fachgebiet ML hilft.

Die letzte Frage beschäftigt sich mit dem **Verbesserungspotenzial** des Seminars. Hier lässt sich bei den Antworten der Studierenden kein einheitliches Bild feststellen. In einer Antwort wird angemerkt, dass der MOOC nicht passend für das gewählte Thema sei. Es wird vorgeschlagen, stattdessen mehrere MOOCs zu kombinieren. An anderer Stelle wird zurückgemeldet, dass die Hausaufgaben teilweise Belastungsspitzen in Verbindung mit anderen Lehrveranstaltungen darstellen. Auffällig ist dies besonders bei Wochen, in denen die Studierenden bis zur nächsten Seminareinheit Material (z. B. das Videoskript) erarbeiten und sich gegenseitig Feedback geben sollen. Hier bietet es sich für die nächste Durchführung an, dass die Erstellung von Material und das Feedback dessen auf zwei Wochen aufgeteilt wird, um kurzfristige Belastungsspitzen abzumildern.

5 Zusammenfassung & Ausblick

In diesem Praxisbeitrag wurde ein Seminarkonzept vorgestellt, in dem Lehramtsstudierende fachlich und fachdidaktisch für die Vermittlung des Themengebiets KI, speziell dem ML, in der Schule qualifiziert werden. Um dies zu erreichen, steht an zentraler Stelle die Produktion eines Lernvideos und die Einbettung dessen in ein interaktives Lernmodul. Die Ergebnisse des Seminars können in Zukunft weiter genutzt werden. So können die Videos mit Schüler:innen evaluiert und auf OER-Plattformen verbreitet werden. Daneben können die Erfahrungen aus der Pilotierung des Seminars, insbesondere der ersten Phase, für Weiterbildungsveranstaltungen für Informatiklehrkräfte genutzt und gleichzeitig die entstandenen Lernmodule vorgestellt und diskutiert werden. In Zukunft wird das Seminar weitentwickelt und für Informatik-Lehramtsstudierende als Vertiefungsoption zum verpflichtenden Modul „Medienbildung“ angeboten.

Literatur

[BS23a] Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus; Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung, Hrsg.: Fachlehrplan Informatik 11 (NTG), 2023.

[BS23b] Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus; Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung, Hrsg.: Fachlehrplan Informatik 13 (Erhöhtes Anforderungsniveau), 2023.

[BS23c] Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus; Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung, Hrsg.: Fachlehrplan Informatik 13 Und Spät Beginnende Informatik 13 (Grundlegendes Anforderungsniveau), 2023.

[He16] Hessisches Kultusministerium, Hrsg.: Kerncurriculum Gymnasiale Oberstufe. Informatik, Jan. 2016.

[LM20] Long, D.; Magerko, B.: What Is AI Literacy? Competencies and Design Considerations. In: Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. ACM, Honolulu HI USA, S. 1–16, Apr. 2020, ISBN: 978-1-4503-6708-0, Stand: 24. 07. 2022.

[Mi21a] Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur des Landes Schleswig-Holstein: Fachanforderungen Informatik, 2021.

[Mi21b] Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen, Hrsg.: Kernlehrplan Für Die Sekundarstufe I - Klasse 5 Und 6 in Nordrhein-Westfalen, 2021.

[MRS22] Michaeli, T.; Romeike, R.; Seegerer, S.: What Students Can Learn about Artificial Intelligence - Recommendations for K-12 Computing Education. In: Proceedings of IFIP WCCE 2022: World Conference on Computers in Education. Hiroshima, 2022.

[Sä22a] Sächsisches Staatsministerium für Kultus, Hrsg.: Lehrplan Gymnasium Informatik, 2022.

[Sä22b] Sächsisches Staatsministerium für Kultus, Hrsg.: Lehrplan Oberschule Informatik, 2022.

[TDT21] Tedre, M.; Denning, P.; Toivonen, T.: CT 2.0. In: 21st Koli Calling International Conference on Computing Education Research. ACM, Joensuu Finland, S. 1–8, Nov. 2021, ISBN: 978-1-4503-8488-9, Stand: 24. 07. 2022.

[Te21] Tenberg, R.: Didaktische Erklärvideos: Ein Praxis-Handbuch. Franz Steiner Verlag, 2021, ISBN: 978-3-515-12838-4.

[TGS22] Touretzky, D.; Gardner-McCune, C.; Seehorn, D.: Machine Learning and the Five Big Ideas in AI. International Journal of Artificial Intelligence in Education/, Okt. 2022, ISSN: 1560-4306, Stand: 30. 10. 2022.

[To19] Touretzky, D.; Gardner-McCune, C.; Martin, F.; Seehorn, D.: Envisioning AI for K-12: What Should Every Child Know about AI? In: Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence. Bd. 33, S. 9795–9799, Juli 2019, Stand: 03. 12. 2021.

Seminar zur informatischen Bildung in der Grundschule

Christin Nenner[1], Nadine Bergner[2]

Abstract: Bereits Grundschulkinder benötigen informatische Kompetenzen, um die von Informatik durchdrungene Welt verstehen und mitgestalten zu können. Um den Erwerb dieser in der Grundschule zu ermöglichen, bedarf es informatisch kompetenter Grundschullehrkräfte. Diese benötigen neben informatischen Fachkompetenzen auch die fachdidaktischen Kompetenzen, um diese an Grundschulkinder fach-, kind- und zielgerecht zu vermitteln. Eben dies steht im Fokus des hier präsentierten Seminars für Grundschullehramtsstudierende ab dem 3. Semester. Im Rahmen dessen erwerben die Studierenden fachliche und fachdidaktische Kompetenzen, um fächerverbindende Unterrichtsentwürfe zu konzipieren und zu reflektieren.

Keywords: Informatische Bildung; Grundschule; Lehramtsstudium

1 Motivation und Einführung

Für eine kontinuierliche Informatikausbildung aller Schüler:innen, bereits ab der Grundschule, setzen sich unter anderem das Committee on European Computing Education [Co17a] und der Europäische Aktionsplan für digitale Bildung [Co20] ein. Weiter wurden mit der Ergänzung zur Strategie der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“: „Lehren und Lernen in der digitalen Welt“ [Ku21b] und dem Papier „Lehrer:innenbildung in einer digitalen Welt“ der Hochschulrektorenkonferenz [Ho22] deutliche Empfehlungen zur Integration informatischer Bildung in alle Lehramtsstudiengänge, also auch in das Grundschullehramt, ausgesprochen. Fachliche Empfehlungen für informatische Inhalte in der Grundschule existieren bspw. von [Be18; Co17b; Ge19]. In der Hälfte der deutschen Bundesländer werden informatische Inhalte bereits in den Grundschullehrplänen definiert [NB22] und müssen verpflichtend unterrichtet werden. Angehende Grundschullehrkräfte benötigen dazu neben informatischen Fachkompetenzen auch fachdidaktische Kompetenzen, um diese mit Grundschulkindern zu erarbeiten. Eben dem Aufbau solcher Kompetenzen dient das im Folgenden präsentierte Seminar zur informatischen Bildung in der Grundschule.

Im folgenden Kapitel werden informatikspezifische Lehrveranstaltungen für Grundschullehramtsstudierende verschiedener Hochschulen und bereits vorhandenes Material für den Einsatz mit Grundschulkindern vorgestellt. Darauf folgend wird das Seminarkonzept samt Zielen, Struktur und Inhalten konkret beschrieben. Abschließend werden die bisherigen Erfahrungen diskutiert. Zum Abschluss folgt ein Ausblick auf mögliche Weiterentwicklungen.

[1] TU Dresden, Professur für Didaktik der Informatik, Nöthnitzer Straße 46, 01187 Dresden, Deutschland, christin.nenner@tu-dresden.de

[2] RWTH Aachen University, Professur für Didaktik der Informatik, Templergraben 55, 52062 Aachen, Deutschland, bergner@informatik.rwth-aachen.de

2 Angebote zur informatischen Bildung in der Grundschule

Bei der Konzeption des Seminars wurde sich insbesondere an vier bestehenden Lehrveranstaltungen anderer Hochschulen orientiert, welche hier skizziert werden. Darüber hinaus wird analysiert welche Materialien für die Erarbeitung informatischer Kompetenzen mit Grundschulkindern existieren, um diese in das Seminar zu integrieren.

2.1 Informatikspezifische Veranstaltungen für Grundschullehramtsstudierende

An der Universität Wuppertal wird das Seminar „Informatik für die Grundschule“ (6 ECTS[3]) angeboten [Ha19]. Darin lernen Grundschullehramtsstudierende grundlegende informatische Inhalte kennen, welche entsprechend der Kompetenzempfehlungen der Gesellschaft für Informatik [Ge19] ausgewählt wurden. Im Seminarablauf wird das Erproben von bereits vorhandenen Unterrichtsmaterialien besonderer Wert gelegt. Darüberhinaus entwickeln die Teilnehmenden Unterrichtsentwürfe (UE), die erprobt und diskutiert werden.

An der PH Schwyz wird für Studierende im Primarstufenlehramt das Seminar „Grundlagen der Informatik“ (2 ECTS), gegliedert in Präsenztermine und Selbststudienphasen, durchgeführt [DH17]. Dieses fokussiert die Themengebiete Datenstrukturen, Algorithmen (inkl. blockbasierter Programmierung) und Informatiksysteme.

An der PH Bern wird das Modul „Medien und Informatik“ (5 ECTS) für alle Lehramtsstudierenden für Vorschul- und Primarstufe obligatorisch gelehrt [GZ19]. Die dort eingesetzten Aufgabensets bestehen ausgehend von Problemen aus der Lebenswelt aus aufeinander aufbauenden Teilaufgaben zum 1) Explorieren, 2) Erarbeiten, 3) Üben/Vertiefen, 4) Anwenden und 5) Übertragen. Die Verbindungen zwischen den Schwerpunkten Datenstrukturen, Algorithmen und Informatiksysteme werden lebensweltnah aufgezeigt.

In einem Verbundprojekt in Nordrhein-Westfalen erwerben Grundschullehramtsstudierende informatische Kompetenzen in Seminaren für den Sachunterricht [Ku21a]. Dabei werden sowohl didaktische Themen als auch informatische Konzepte erarbeitet. Die im Seminar selbstentwickelten Unterrichtseinheiten werden im Praxissemester mit unterschiedlichen Grundschulklassen erprobt und anschließend reflektiert.

2.2 Informatikspezifische Materialien für den Einsatz in der Grundschule

In den letzten Jahren wurden Materialien zu informatischen Themen auch für Kinder im Grundschulalter entwickelt (wie z. B. [Pr20; RW21; St17]). Aufgrund des Einsatzes im hier präsentierten Seminar werden die Materialien aus den Projekten „Informatik an Grundschulen“ und „IT2School“ explizit analysiert.

[3] Abkürzung für European Credit Transfer and Accumulation System – das europäische Erfassungssystem für zu erbringende und erbrachte Leistungen

Im dreijährigen Projekt „Informatik an Grundschulen (IaG)“ [Ma18] wurden an drei verschiedenen Universitätsstandorten (Aachen, Paderborn und Wuppertal) gemeinsam mit Grundschullehrkräften informatikspezifische Unterrichtseinheiten für das Fach Sachunterricht für die 3. und 4. Klasse zu den Themen Datendarstellung, Robotik mit Programmierung und Kryptologie entwickelt. Diese unplugged gestalteten Module wurden in mehreren Grundschulen erprobt und evaluiert. Alle entstandenen Materialien stehen mit Stundenplanungen und Anleitungen für Grundschullehrkräfte zur Verfügung.

Im Projekt „IT2School – Gemeinsam IT entdecken“ von der Wissensfabrik – Unternehmen für Deutschland e.V. [DEF17] wurden Materialien zu informatischen Inhalten für (Grundschul-)Lehrkräfte entwickelt, die sie direkt im Unterricht einsetzen können. Dazu werden neben den Materialien und dazu passenden Stundenplanungen auch fachliche Hintergründe für Lehrkräfte ohne bzw. mit geringer informatischer Bildung bereitgestellt. Unplugged-Material wird durch Softwarelösungen und Robotiksysteme ergänzt. Fünf der acht Module können in Teilen in der Grundschule eingesetzt werden.

3 Seminarkonzept

Seit dem Sommersemester 2021 wird ein Seminar zur informatischen Bildung in der Grundschule[4] im Umfang von 6 ECTS entwickelt, welches hier näher beleuchtet wird. Ziele des Seminars sind es, fachliche sowie fachdidaktische Informatikkompetenzen zu erwerben und diese bei der Konzeption von fächerverbindenden UE anzuwenden und zu reflektieren. Das Seminar ist als Blockseminar aus drei Präsenzblöcken und vier Selbststudienphasen angelegt (siehe Abb. 1). Es wird im Rahmen der Projekte TUD-Sylber[2] und PraxisdigitaliS[5] konzipiert, iterativ weiterentwickelt und beforscht. Der Forschungsschwerpunkt liegt dabei auf dem Aufbau von informatischen fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen Kompetenzen bei Grundschullehramtsstudierenden [BNB23; NB23a; NB23b]. Im Folgenden werden die einzelnen Phasen des Seminars detailliert beschrieben.

3.1 Selbststudienphase 1 - Einstieg in die Informatik

Zwei Wochen vor dem ersten Präsenzblock werden die Teilnehmenden um die individuelle Einschätzung ihrer informatischen Kompetenzen gebeten. Der Online-Fragebogen mit integriertem Fachkompetenztest ist freiwillig, anonym und dauert ca. 20 Minuten. Im Anschluss daran schauen die Teilnehmenden ein 20-minütiges Einführungsvideo[6]. Es thematisiert Informatik in der Lebenswelt und darauf bezogen die Ziele, Inhalte und

[4] Details zum Seminar: `https://tud.link/hae6`

[5] Die diesem Artikel zugrundeliegenden Vorhaben werden im Rahmen der gemeinsamen „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ von Bund und Ländern mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter den Förderkennzeichen 01JA1919 und 01JA2017B gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autor:innen.

[6] Einführungsvideo zum Seminar: `https://tud.link/znsk`

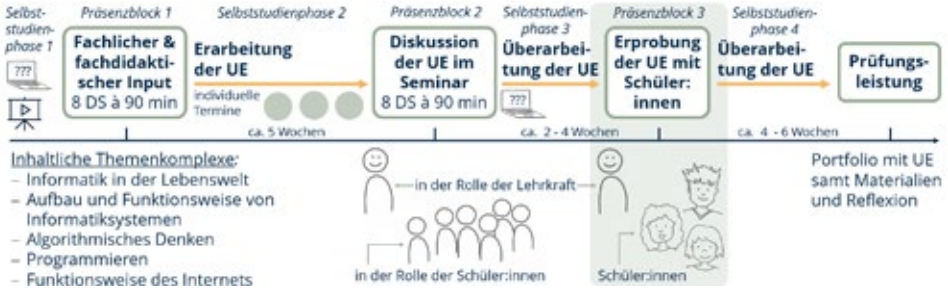


Abb. 1: Aufbau des Seminars zur informatischen Bildung in der Grundschule

Kriterien informatischer Bildung in der Grundschule. Die Teilnehmenden erfahren, was unter informatischer Bildung (auch in Abgrenzung zur Medienbildung) zu verstehen ist, erlernen erste Fachbegriffe und aktivieren eventuell bereits vorhandenes Wissen.

3.2 Präsenzblock 1 - Erarbeitung fachlicher und fachdidaktischer Informatikkompetenzen

Im Präsenzblock 1 werden im Umfang von zwölf Zeitstunden angelehnt an die Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik e. V. (GI) [Ge19] die Inhalte: Informatiksysteme in der Lebenswelt, Aufbau und Funktionsweise von Informatiksystemen und dem Internet sowie algorithmischem Denken und Programmieren fokussiert (Abb. 1). Beim Aufbau der fachlichen Kompetenzen wird kein Vorwissen vorausgesetzt. Die Teilnehmenden diskutieren zu Beginn, was sie im Einführungsvideo gelernt haben. Dabei erörtern sie ihre persönlichen Vorkenntnisse (insb. aus der eigenen Schulzeit) wie auch, was sie im Video überrascht hat bzw. neu für sie war. Abhängig vom Vorwissen der Teilnehmenden kann die Länge des Zeitraums, in dem sich mit dem jeweiligen Themenkomplex beschäftigt wird, variieren.

Pro Themenkomplex werden, wie in [Be18] und in den Ergebnissen des Seminars der PH Schwyz [DH17] (Kap. 2.1) empfohlen, fachliche und fachdidaktische Problemstellungen verbunden, indem die Erarbeitung der informatischen Kompetenzen mithilfe konkreter Lernszenarien für Grundschulkinder verdeutlicht, bereits vorhandene Materialien (externe (Kap. 2.2) und selbst entwickelte[7]) erprobt und motivationale Aspekte betont werden. In diesem Rahmen werden informatische Phänomene fokussiert und die Perspektiven der angehenden Grundschullehrkräfte einbezogen [Di11]. Nach jeder Thematik werden Phasen der Reflexion mit Raum für Fragen, Diskussion der Lernziele für Schüler:innen und Ideen zur möglichen Umsetzung im Unterricht angeschlossen. Zum Abschluss jedes Themenkomplexes werden die in den Empfehlungen der GI [Ge19] formulierten Kompetenzerwartungen hinsichtlich ihrer Erreichbarkeit mittels der vorgestellten Materialien reflektiert. Nach der Erarbeitung aller Themenkomplexe, aber auch zu früheren passenden Zeitpunkten im Seminarverlauf,

[7] Sammlung selbst entwickelter Materialien: `https://tud.link/ytnk`

werden wie in den Ergebnissen des IaG-Projekts [Ma18] (Kap. 2.2) und des Moduls der PH Bern [GZ19] (Kap. 2.1) vorgeschlagen, Zusammenhänge der Informatikteilbereiche untereinander hervorgehoben, um ein Gesamtbild der Fachdisziplin zu ermöglichen.

Die Teilnehmenden erproben sowohl unplugged-Materialien als auch Materialien zu Softwareanwendungen und solche zu Robotiksystemen und Mikrocontrollern (Kap. 2.2). Zum Einblick in blockbasierte Programmierumgebungen werden solche für simulierte Roboter[8], zur Mikrocontroller-Programmierung[9] sowie zum Entwickeln von Geschichten und Spielen[10] verwendet.

Am Ende von Präsenzblock 1 bekommen die Teilnehmenden den Auftrag einen ersten eigenen UE zum Aufbau informatischer Kompetenzen (mind. 45 min) zu entwickeln. Dieser soll explizit fachübergreifend ausgestaltet sein, so dass er in bestehenden Grundschulfächern eingesetzt werden kann. Dazu erhalten die Teilnehmenden eine Vorlage zur Stundenplanung und themenspezifisch zusammengestellte Materialien (Kap. 2.2).

3.3 Selbststudienphase 2 - Konzeption und Ausgestaltung der Entwürfe

Nach Präsenzblock 1 folgt eine ca. fünfwöchige Selbststudienphase. In dieser suchen sich die Teilnehmenden einen der verschiedenen Themenkomplexe (siehe Abb. 1) heraus, um dazu einen mindestens 45-minütigen UE[11] zu erarbeiten. Jede:r entwickelt einen eigenen UE, damit eine Unterrichtsstunde komplett durchdacht werden kann. Wenn die Teilnehmenden wollen, können sie ihre UE aufeinander abstimmen, so dass diese zu einer längeren Unterrichtseinheit kombinierbar sind. Jede:r Teilnehmende kann den Lerngegenstand des UE frei entsprechend des persönlichen Vorwissens und eigenen Interessen auswählen. Hier wird der Heterogenität der Teilnehmenden Rechnung getragen und Differenzierung ermöglicht. Die bestehenden Materialien können zur Inspiration für den eigenen UE dienen oder auch im UE, evtl. dafür angepasst, genutzt werden.

Die individuelle Erarbeitung der UE wird von optionalen, ca. wöchentlichen Beratungsterminen (z. B. zur Diskussion von Ideen, Klärung von fachlichen Fragen) begleitet. Es sind drei Beratungstermine pro Person möglich. Bei fachlichen Überschneidungen bzw. ähnlichen Fragen können die Teilnehmenden Beratungstermine in Gruppen wahrnehmen. Damit haben die Teilnehmenden die Möglichkeit in verschiedenen Stadien der Erarbeitung ihres UE fachliche und fachdidaktische Rückmeldung zu bekommen.

Die Teilnehmenden reichen die erste Version ihres UE ca. fünf Tage vor der anschließenden Präsentation und Diskussion im Seminar (siehe 3.4) ein. Drei Informatikdidaktiker:innen schätzen die eingereichten UE sowohl nach fachlichen (z. B. fachliche Korrektheit der

[8] vgl. Ronjas Roboter `https://www.meine-forscherwelt.de/spiel/ronjas-roboter` der Stiftung „Kinder forschen“

[9] vgl. MakeCode-Editor `https://makecode.calliope.cc` zu Calliope mini

[10] vgl. ScratchJr `https://www.scratchjr.org` und Scratch `https://scratch.mit.edu`

[11] Von Seminar-Teilnehmenden entwickelte Unterrichtsentwürfe: `https://tud.link/r7p4`

informatischen Lernziele und Erklärungen) als auch fachdidaktischen Kriterien (z. B. Formulierung der Arbeitsaufträge, Materialeinsatz, Schüler:innenzentrierung und -aktivierung) ein. Diese Einschätzungen dienen den Studierenden in Präsenzblock 2 als zusätzliches, professionelles Feedback.

3.4 Präsenzblock 2 - Präsentation, Erprobung und Reflexion der Entwürfe

Im Präsenzblock 2 im Umfang von zwölf Zeitstunden stellen sich die Teilnehmenden gegenseitig ihre UE vor und erproben einen Teil ihres UE miteinander. Damit wird der Empfehlung aus [Be18] nachgekommen, wie im Seminar der Universität Wuppertal [Ha19] (Kap. 2.1) selbst entwickelte Lernszenarien in einer praktischen Erprobungsphase umzusetzen und dies anschließend gemeinsam zu reflektieren. Den Teilnehmenden wird im Rahmen eines Microteachings die Gelegenheit gegeben „praktisches Handeln [...] im geschützten Rahmen eines universitären Seminars gezielt zu trainieren, ohne dabei dem Anspruch ausgesetzt zu sein, sofort „perfekt“ sein zu müssen“ [Hö19, S. 27].

Jede:r Teilnehmende hat (je nach Anzahl der Teilnehmenden im Seminar) 30 bis 45 Minuten Zeit, um den eigenen UE vorzustellen und zu diskutieren. Um die Einordnung des UE in den Fachunterricht zu ermöglichen, werden die Lernziele, die Inhalte und die Anknüpfungspunkte an die Grundschullehrpläne vorgestellt. Auch das notwendige Vorwissen der Grundschulkinder wird thematisiert. Im Anschluss daran erproben die Teilnehmenden exemplarisch einen Teil des UE. Den Teilnehmenden wird empfohlen, hier einen Aspekt auszuwählen, für den sie gern Rückmeldung hätten bzw. mit dessen Umsetzung sie unsicher sind. Die Teilnehmenden, die gerade nicht in der Rolle der Lehrkraft agieren, versuchen sich während der Erprobung in die Rolle der Grundschulkinder zu versetzen. Das gemeinsame Microteaching gibt den Studierenden „Gelegenheit zur intensiven Reflexion eigener und fremder unterrichtlicher Handlungsweisen“ [Hö19, S.27]. Umgesetzt wird das, indem alle Teilnehmenden nach der Erprobung zuerst in Einzelarbeit ihre Erfahrungen, unterstützt durch einen Online-Fragebogen, reflektieren und ihre Wahrnehmungen im Anschluss gemeinsam diskutieren. Dabei werden sowohl fachwissenschaftliche (z. B.: fachlich korrekte Erklärungen) als auch fachdidaktische Kompetenzen (z. B. Formulierung der Arbeitsaufträge, Materialeinsatz, Schüler:innenzentrierung und -aktivierung) thematisiert. In das Gespräch werden die Einschätzungen der Informatikdidaktiker:innen zum eingereichten UE (Kap. 3.3) eingebracht. Die Reflexion nutzen die Teilnehmenden, um ihre UE im Anschluss an Präsenzblock 2 zu überarbeiten.

3.5 Selbststudienphase 3 - Überarbeitung der Entwürfe

Die dritte Selbststudienphase im Umfang von zwei bis vier Wochen nutzen die Teilnehmenden, um ihre UE entsprechend der Reflexion und der Rückmeldungen aus Präsenzblock 2 (Antworten der Kommiliton:innen aus dem Fragebogen, Gesprächsnotizen der gemeinsamen Reflexion und Rückmeldungen der Informatikdidaktiker:innen) zu überarbeiten.

3.6 Präsenzblock 3 - Erprobung mit Grundschulkindern

Im Präsenzblock 3 erproben die Teilnehmenden wie im in [Ku21a] beschriebenen Seminar (Kap. 2.1) ihren, bereits teilweise mit den Seminarteilnehmenden getesteten und im Anschluss daran überarbeiteten, UE mit einer Schüler:innen-Gruppe. Die Erprobungen finden als individuelle Termine im dem aus den Präsenzblöcken des Seminars bekannten Raum statt. Die Seminarleitung nimmt an den Erprobungen teil und kann, falls nötig, z. B. bei auftretenden technischen Problemen, unterstützen. Um das Feedback der Schüler:innen zu erfassen, wurde ein Feedbackbogen angelehnt an Aussagen aus [Le16] zusammengestellt. Die Teilnehmenden können nach eigenem Ermessen auch ein kurzes Feedbackgespräch mit den Schüler:innen führen. Nach der Erprobung teilt die Seminarleitung ihre Eindrücke und Einschätzungen zur Erprobung mit der/dem Studierenden.

3.7 Selbststudienphase 4 - Zweite Überarbeitung der Entwürfe

In der Selbststudienphase 4 im Umfang von vier bis sechs Wochen finalisieren die Teilnehmenden ihre UE entsprechend der Erkenntnisse aus der Erprobung wie auch der Rückmeldungen der Schüler:innen und der Seminarleitung.

3.8 Prüfungsleistung

Die Prüfungsleistung besteht aus einem Portfolio. Dieses umfasst den UE in der ersten und den beiden überarbeiteten Versionen, den angepassten bzw. selbst erstellten Materialien und einer schriftlichen Reflexion insbesondere zum Er- und Überarbeitungsprozess der UE.

4 Erfahrungen und Ausblick

Das Seminar wird seit 2021 in verschiedenen Varianten angeboten. Die oben beschriebene Variante steht jedes Semester allen Grundschullehramtsstudierenden im Ergänzungsbereich zur Wahl. Weiter wird eine 4-ECTS-Variante angeboten, wobei hier der Präsenzblock 3 und die Selbststudiumsphase 4 entfallen. Darüber hinaus ist es in einer auf 2 ECTS gekürzten Variante als eines von drei Wahlpflichtmodulen in einer Grundschuldidaktik verankert. Die unterschiedlichen ECTS werden unter anderem in einer unterschiedlichen Komplexität der Prüfungsleistung umgesetzt. Da die Erprobungen mit Schüler:innen erst im Sommersemester 2023 in das Seminarkonzept integriert wurden, konnte die vollständige Version des Seminars bisher nicht evaluiert werden. Insgesamt haben bisher 28 Grundschullehramtsstudierende an der 2-ECTS- und 16 an der 4-ECTS-Variante teilgenommen.

Die Möglichkeit die UE untereinander abzustimmen, so dass eine längere Einheit entsteht, wurde bisher nur einmal genutzt. Im Rahmen der Reflexion in Präsenzblock 2 wird

jedoch häufig von den Teilnehmenden thematisiert, ob und wie die getrennt voneinander entwickelten UE kombinierbar sind. Dabei werden mögliche Reihenfolgen der UE und eventuell nötige Übergänge von einer UE zur nächsten diskutiert.

Die Beratungstermine während der Selbststudienphase 2 werden von den Teilnehmenden unterschiedlich rege genutzt. Einige nehmen zwei Termine wahr. Andere entwickeln ihre UE ohne die Teilnahme an Beratungsterminen. Die Teilnehmenden, die das Angebot nutzen, haben 1) Ideen für verschiedene UE und benötigten Unterstützung bei der Auswahl, 2) Probleme beim konkreten Ablauf oder 3) konkrete fachliche Fragen. Da sich die Beratung der UE im Vorfeld der Diskussion in Präsenzblock 2 als gewinnbringend (insb. hinsichtlich der Fachlichkeit) zeigt, ist geplant, in zukünftigen Durchführungen die Teilnahme an mindestens einem Beratungstermin verpflichtend zu verankern.

Die Reflexion der UE durch Informatikdidaktiker:innen offenbarte Schwierigkeiten der Teilnehmenden bei 1) der Identifizierung von notwendigem Vorwissen der Schüler:innen, 2) dem Formulieren von verständlichen Arbeitsaufträgen sowie dem 3) fach- und 4) zielgruppengerechten Erklären des Lerngegenstands. Die größtenteils sehr positiven Rückmeldungen der Teilnehmenden zu den UE ihrer Kommiliton:innen zeigen, dass sie die vorhandenen Defizite bei der fachlichen Korrektheit sowie Zielgruppengerechtigkeit selbst kaum wahrnahmen.

Sowohl in der mündlichen als auch schriftlichen Reflexion zum Ende des Seminars heben die Teilnehmenden vor allem die gute Transferierbarkeit des Gelernten in den Schulunterricht hervor. Dabei gehen sie insbesondere auf das in Präsenzblock 1 vorgestellte und erprobte Material ein. Sie sprechen an, dass ihnen im Rahmen des Seminars bewusst geworden ist, wie durchdrungen die Welt von Informatik ist. Sie möchten diese Begegnungen und das Bewusstwerden den Kindern durch ihren Unterricht ermöglichen. Einigen Studierenden schien die Informatik vor dem Seminar zu kompliziert und zu abstrakt, um sie mit Grundschulkindern zu thematisieren. Einige sprachen auch von Angst, dies selbst nicht verstehen bzw. vermitteln zu können. Vielen fehlte die Vorstellung, wie sie das umsetzen könnten. Die Teilnehmenden bewerten daher das kleinschrittige Vorgehen beim Erarbeiten der informatischen Fachkompetenzen an den konkreten Unterrichtsmaterialien besonders positiv. Der geschützte Raum, den das Seminar den Teilnehmenden bietet, ermöglicht es ihnen ohne Sorge Fragen zu stellen und Verständnisprobleme zu äußern.

Ab dem Wintersemester 2023/24 wird an der Hochschule ein verpflichtendes Modul zur Medienbildung für alle Lehramtsstudierenden eingeführt, welches auch informatische Anteile enthält. Die Vorlesung mit Übung kann nach Wahl der Studierenden mit einem Seminar vertieft werden. Das hier präsentierte Seminar zur informatischen Bildung in der Grundschule wird als eine solche Vertiefungsoption für alle Grundschullehramtsstudierenden angeboten werden.

Literatur

[Be18] Bergner, N.; Köster, H.; Magenheim, J.; Müller, K.; Romeike, R.; Schroeder, U.; Schulte, C.: Frühe informatische Bildung – Ziele und Gelingensbedingungen für den Elementar- und Primarbereich. Verlag Barbara Budrich, Opladen Berlin Toronto, 2018.

[BNB23] Baberowski, D.; Nenner, C.; Bergner, N.: Bereit für die Zukunft - Informatische Grundkompetenzen für alle Lehrkräfte. In (Ganguin, S.; Tiemann, H.; Glück, C., Hrsg.): Digitalisierung in der Lehrer:innenbildung. Medienbildung und Gesellschaft, Springer Nature, 2023, (in press).

[Co17a] Committee on European Computing Education (CECE): Informatics Education in Europe: Are We All In The Same Boat?, Technical Report, New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2017.

[Co17b] Computer Science Teachers Association: CSTA K-12 Computer Science Standards, http://www.csteachers.org/standards, 2017.

[Co20] Commission, E.: Digital Education Action Plan 2021-2027 – Resetting Education and Training for the Digital Age, 2020.

[DEF17] Diethelm, I.; Engel, S.; Fandrich, A.: IT2School. LOG IN 38/1, S. 73–80, 2017.

[DH17] Döbeli Honegger, B.; Hielscher, M.: Vom Lehrplan zur LehrerInnenbildung - Erste Erfahrungen mit obligatorischer Informatikdidaktik für angehende Schweizer PrimarlehrerInnen. In: Informatische Bildung zum Verstehen und Gestalten der digitalen Welt. Gesellschaft für Informatik, Bonn, S. 97–107, 2017.

[Di11] Diethelm, I.; Dörge, C.; Mesaros, A.-M.; Dünnebier, M.: Die Didaktische Rekonstruktion für den Informatikunterricht. In (Thomas, M., Hrsg.): Informatik in Bildung und Beruf – INFOS 2011 – 14. GI-Fachtagung Informatik und Schule. Gesellschaft für Informatik e.V., Bonn, S. 77–86, 2011.

[Ge19] Gesellschaft für Informatik e. V. (GI): Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich. Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik e. V. erarbeitet vom Arbeitskreis »Bildungsstandards Primarbereich« – Beschluss des GI-Präsidiums vom 31. Januar 2019 – veröffentlicht als Beilage zu LOG IN 39 (2019) Heft 191/192. Hrsg. von Gesellschaft für Informatik e. V. (GI), 2019.

[GZ19] Gumpert, A.; Zaugg, P.: Fit für den Lehrplan 21 – Wie Klassenlehrpersonen auf den Informatikunterricht vorbereitet werden (können). In (Pasternak, A., Hrsg.): Informatik für alle. Gesellschaft für Informatik, Bonn, S. 201–210, 2019.

[Ha19] Haselmeier, K.: Informatik in der Grundschule – Stellschraube Lehrerbildung. In (Pasternak, A., Hrsg.): Informatik für Alle. Gesellschaft für Informatik, Bonn, S. 89–98, 2019.

[Hö19] Höppner, C.; Dotzler, C.; Körndle, H.; Narciss, S.: Training mit Microteaching zur Entwicklung und zum Einsatz formativer Feedbackstrategien in Lehr-Lernsituationen. In (Uhde, G.; Thies, B., Hrsg.): Kompetenzentwicklung im Lehramtsstudium durch professionelles Training. Universitätsbibliothek Braunschweig, Braunschweig, 2019.

[Ho22] Hochschulrektorenkonferenz: Lehrer:innenbildung in einer digitalen Welt, Entschließung des 150. HRK-Senats, März 2022.

[Ku21a] Kuckuck, M.; Best, A.; Gryl, I.; Grey, J.; Brinda, T.; Windt, A.; Schreiber, N.; Batur, F.; Schmitz, D.: Informatische Bildung in Praxisphasen des Sachunterrichts in NRW. In (Humbert, L., Hrsg.): INFOS 2021 – 19. GI-Fachtagung Informatik und Schule. Gesellschaft für Informatik, Bonn, S. 241–250, 2021.

[Ku21b] Kultusministerkonferenz: Lehren und Lernen in der digitalen Welt. Die ergänzende Empfehlung zur Strategie "Bildung in der digitalen Welt." 2021, URL: https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2021/2021_12_09-Lehren-und-Lernen-Digi.pdf.

[Le16] Lenske, G.: Schülerfeedback in der Grundschule: Untersuchungen zur Validität. Waxmann, Münster New York, 2016, ISBN: 978-3-8309-3377-9.

[Ma18] Magenheim, J.; Müller, K.; Schulte, C.; Bergner, N.; Haselmeier, K.; Humbert, L.; Müller, D.; Schroeder, U.: Evaluation of Learning Informatics in Primary Education: Views of Teachers and Students. In (Pozdniakov, S. N.; Dagienė, V., Hrsg.): Informatics in Schools. Fundamentals of Computer Science and Software Engineering. Springer International Publishing, Cham, S. 339–353, 2018.

[NB22] Nenner, C.; Bergner, N.: Informatics Education in German Primary School Curricula. In (Bollin, A.; Futschek, G., Hrsg.): Informatics in Schools. A Step Beyond Digital Education. Springer International Publishing, Cham, S. 3–14, 2022.

[NB23a] Nenner, C.; Bergner, N.: Informatische Kompetenzen (angehender) Grundschullehrkräfte sichtbar machen: Ein Messinstrument mit selbsteinschätzungs- und aufgabenbasierter Komponente. In (Hellmig, L.; Hennecke, M., Hrsg.): INFOS 2023 20. GI-Fachtagung Informatik und Schule. Gesellschaft für Informatik, Bonn, 2023, (in press).

[NB23b] Nenner, C.; Bergner, N.: Measuring Didactical Competencies for Informatics Education among Prospective Primary School Teachers. In (Parriaux, G.; Pellet, J.-P., Hrsg.): ISSEP 2023: 16th International Conference on Informatics in Schools. Local Proceedings. Lausanne, 2023, (in press).

[Pr20] Professur für Didaktik der Informatik, Technische Universität München: Unterrichtsmaterial für die Grundschule, https://www.edu.sot.tum.de/ddi/fuer-lehrkraefte/grundschule/, 2020.

[RW21] RWTH Aachen: Schülerlabor Informatik - InfoSphere, Informatik entdecken in Modulen für alle Schulformen & Klassenstufen, https://schuelerlabor.informatik.rwth-aachen.de/, Mai 2021.

[St17] Stiftung „Kinder forschen“: Informatik entdecken - mit und ohne Computer. Berlin, 2017.

IV Studienganggestaltung und Studienwahl

Gibt es ein Problemfach im Informatikstudium?

Marcus Soll [1], Louis Kobras [2], Christian Lagod [3]

Abstract: In diesem Beitrag soll die Frage beantwortet werden, ob es einzelne Fächer im Informatikstudium gibt, die besonders schwer sind – sogenannte Problemfächer. Dazu werden zuerst vorhandene Daten und Studien ausgewertet. Auf Grundlage von Studien über Studienabbrecher*innen in der Informatik, Wahrnehmung von Dozent*innen und Student*innen sowie Notenspiegeln werden zwei Bereiche identifiziert, die potentiell ein Problemfach darstellen können: mathematisch-theoretische Fächer sowie programmiernahe Fächer. Durch eine Untersuchung relevanter Literatur kann bestätigt werden, dass es sich bei den mathematisch-theoretischen Fächern mit hoher Wahrscheinlichkeit um Problemfächer handelt, die programmiernahen Fächer allerdings nicht als Problemfach betrachtet werden können.

Keywords: Curriculum Analytics, Informatikstudium, Problemfächer, Studienverlaufsanalyse

1 Einleitung

In vielen persönlichen Gesprächen – sowohl mit Student*innen als auch mit Dozent*innen – haben die Autoren gehört, dass es bestimmte Fächer im Informatikstudium gibt, die als besonders schwer gelten und mit denen die Student*innen besonders viele Probleme hat. Diese Einstellung scheint auch in der Literatur weit verbreitet zu sein; so haben sich Studien häufig auf ein Fach konzentriert [Sa21].

Die bisherige Meinung, welche Fächer im Informatikstudium schwierig oder problematisch sind, basiert daher häufig auf Anekdoten. Dieses Problem wurde bereits mehrfach in der Literatur angesprochen [BC07, WL14] und zumindest für die Einführung in Programmierung haben die selben Autoren auch erste Studien veröffentlicht, die die Probleme in den Programmierfächern an Hand von Daten nachweisen [BC07, WL14].

In dieser Arbeit soll daher die Frage angegeben werden, ob es tatsächlich ein Problemfach in der Informatik gibt. Ein Problemfach wird hier definiert als ein Fach, bei dem ein großer Anteil an Student*innen Probleme haben, unabhängig von Dozent*innen oder institutionsspezifischen Herausforderungen. Nach bestem Wissen der Autoren gibt es dabei noch keine Studie, die diese Frage direkt adressiert. Stattdessen sollen in dieser Arbeit

[1] NORDAKADEMIE gAG Hochschule der Wirtschaft, Köllner Chaussee 11, 25337 Elmshorn, Deutschland, marcus.soll@nordakademie.de, https://orcid.org/0000-0002-6845-9825
[2] NORDAKADEMIE gAG Hochschule der Wirtschaft, Köllner Chaussee 11, 25337 Elmshorn, Deutschland, louis.kobras@nordakademie.de, https://orcid.org/0000-0003-4855-2878
[3] Fachbereich Informatik, Universität Hamburg, Vogt-Kölln-Straße 30, 22527 Hamburg, Deutschland, 9lagod@informatik.uni-hamburg.de

verschiedene Daten zusammen getragen werden, die die Frage nach einen Problemfach beantworten können.

Die Beantwortung dieser Frage kann durchaus Konsequenzen haben, wie wir in Zukunft den Fokus auf die Verbesserung der Informatik-Studiengänge richten. Sollte es ein oder mehrere Problemfächer geben, so würde es sich lohnen, sich auf diese zu konzentrieren (wie es in der Vergangenheit passiert ist [Sa21]). Gibt es aber kein Problemfach, so könnte sich die Forschung eher auf systematische Probleme im Informatikstudium fokussieren. Solche systematischen Probleme könnten unter anderem problematische Studienbedingungen sein oder Probleme außerhalb des Studiums, welche zu einem Studienabbruch führen. Solche Studien nach systematischen Problemen unabhängig von einem Fach findet man zum Beispiel bei Neugebauer et al. [NHD19] und Behr et al. [Be21a].

2 Hinweise auf bestehende Problemfächer

Um mögliche Problemfächer zu finden, werden in diesem Abschnitt zunächst verschiedene Studien aus unterschiedlichen Bereichen betrachtet. Basierend auf den Ergebnissen dieser Studien werden dann in Abschnitt 3 die identifizierten potentiellen Problemfächer genauer betrachtet.

2.1 Studienabbruchgründe

Eine erste Annäherung an Problemfächer kann anhand von Studienabbrecher*innen – und weiter gedacht in Studienberatungen – betrachtet werden. Sollte es ein oder mehrere Problemfächer geben, so wäre die Erwartung, dass dieses Fach zu vielen Studienabbrüchen führt, was sich auch in entsprechenden Studienberatungen wiederfinden sollte, so die abbrechenden Studierenden denn ein entsprechendes Angebot wahrnehmen. Dementsprechend soll in diesem Abschnitt Literatur zum Thema Studienabbruch in der Informatik betrachtet werden.

Böttcher et al. [Bö21] berichten ihre Erfahrungen in der Studienberatung in der Fakultät für Informatik und Mathematik an der Hochschule München. Aus ihrer „Hypothese 4" lässt sich ableiten, dass insbesondere Mathematik und programmiernahe Fächer ein starker Prädiktor für einen Studienabbruch sind. Diese Fächer können daher laut dieser Studie als problematisch angesehen werden. Hierbei ist allerdings zu beachten, dass an der Hochschule München ein Nichtbestehen (oder Nichtantreten) bei allen Mathematik-Modulen im 1. Semester automatisch zu einem Nichtbestehen von Mathematikmodulen im 2. Semester führt, wodurch die Mathematikmodule einen deutlich stärkeren Einfluss auf das Studium haben könnten als andere Fächer.

Weitere aktuelle Daten sind leider schwer zu bekommen. Stattdessen muss hier auf ältere Daten zurückgegriffen werden. So hat Jonkmann [Jo05] Informatikstudent*innen, die im Wintersemester 2004/05 eingeschrieben und mindestens im zweiten Semester waren,

Tab. 1: Wichtigste Abbruchgründe zusammengefasst aus verschiedenen Studien. Fächer, die mindestens die Hälfte der Studien als Abbruchgrund sehen, sind hervorgehoben.

Abbruchgrund	[Bö21]	[Jo05]	[HSW06]	[He10]
Fachlich: Theoretische Informatik		X	X	
Fachlich: Mathematik	X	X	X	
Fachlich: Programmieren	X			
Fachlich: Elektrotechnik			X	
Desinteresse / falsche Vorstellungen		X	X	X
Finanzielle Aspekte		X	X	X
Hohe Anforderungen		X	X	X
Problematische Studienbedingungen				X
Probleme beim Studieneinstieg		X		

befragt. Hier wurden als Gründe Probleme beim Studieneinstieg, ein zu schweres Studium, Desinteresse bzw. falsche Vorstellungen sowie finanzielle Aspekte genannt. Insbesondere wurde auch eine zu hohe Theorielastigkeit und zu viel Mathematik als ein Grund für Abbrüche genannt.

Holdt et al. [HSW06] berichten von ihrer Erhebung von Daten aus den Jahren 2003 bis 2006 durch Befragungen von Studienanfänger*innen sowie Daten aus Prüfungen und telefonischer Befragung von Studienabbrecher*innen. Als schwierige Fächer wurden die theoretische Informatik, Stochastik sowie Halbleiterschaltungstechnik ermittelt. Die wichtigsten Abbruchgründe setzen sich hier aus hohen Anforderungen (insbesondere in Mathematik), falsche Vorstellungen (insbesondere ein fehlender Praxisbezug) sowie finanziellen Problemen zusammen.

Heublein et al. [He10] haben bundesweit im Jahr 2007/08 exmatrikulierte Student*innen befragt. Für das Fach Informatik konnten die Autoren feststellen, dass die wichtigsten Gründe für einen Studienabbruch hohe Leistungsanforderungen, falschen Vorstellungen, finanzielle Gründe sowie problematische Studienbedingungen waren.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass es eine Vielzahl von Gründen gibt, warum Student*innen ihr Studium in der Informatik abbrechen. Eine Übersicht aller vorgestellten Studien findet sich in Tabelle 1. Zunächst sticht hervor, dass nicht-fachliche Gründe einschlägig für die Abbruchquoten sind oder zumindest vor wenigen Jahren noch waren, wie [Jo05, HSW06, He10] erhoben haben. Diese sind aber nicht Gegenstand dieser Studie. Mit dem Blick auf die Problemfächer fällt hier vor allem **der Bereich der theoretischen Informatik** sowie der **Mathematik** auf. Dabei gibt es aber zwei Aspekte, die beachtet werden müssen: zum einen, dass viele Studien relativ alte Daten benutzen und daher nicht unbedingt die momentane Situation widerspiegeln; zum anderen, dass der Anteil der Probleme durch einzelne Fächer insgesamt doch beschränkt ist (z. B. bei Heublein et al. ist der ganze Bereich der „*Leistungsprobleme*" [He10, S. 155 f.] – inklusive möglicher Problemfächer – nur 25% groß).

2.2 Wahrnehmung von Dozent*innen / Student*innen

Ein weiterer Indikator für ein Problemfach entsteht durch die Wahrnehmung von Dozent*innen und Student*innen. Wenn beide Gruppen ein Fach als besonders schwierig oder problematisch wahrnehmen, dann ist die Chance groß, dass dieses Fach tatsächlich ein Problemfach ist. Hier sollte man trotzdem Obacht walten lassen, da durchaus auch Vorurteile in die Wahrnehmung einfließen. Es gibt zwei Studien, die wir hier betrachten können: Bender et al. [Be21b] haben Dozent*innen befragt und Soll und Kobras [SK22] haben eine Nachfolgestudie mit Student*innen durchgeführt.

In ihrer Studie haben Bender et al. [Be21b] Dozent*innen deutschlandweit befragt, welche allgemeinen bzw. fachbezogenen Fähigkeiten und Kenntnisse sie von Studienanfänger*innen erwarten. Für die Betrachtung von Problemfächern ist jedoch die dritte Frage der Studie nach problembehafteten Bereichen relevant. Hier konnten die Autor*innen der Studie feststellen, dass die Dozent*innen eher theoretische Bereiche als problematisch ansehen (siehe Tabelle 2 für eine genaue Übersicht). Es sollte beachtet werden, dass Dozent*innen allerdings aufgrund eigener Erfahrungen und Wahrnehmungen grundsätzlich kritischer auf bestimmte Kurse und die Leistungen der Student*innen in ebenjenen Kursen sehen könnten und dadurch die Antworten von der Realität abweichen (z.B. durch *Confirmation Bias* [Ni98] oder *Selection Bias* [Be10]).

Tab. 2: Problembehaftete Bereiche (p) und nicht-problemhafte Bereiche (n) nach Bender et al. [Be21b] und Soll und Kobras [SK22]. Ein Bereich hier wird hier als problembehaftet markiert, wenn mindestens 50% der Teilnehmer zustimmen.

Bereich	[Be21b]	[SK22]
Automatentheorie	p	
Binärsystem	n	n
Datenanalysesprachen		n
Datenbanken		n
Dokumentenbeschreibungssprachen	n	n
Formale Logik	p	
Formale Sprachen	p	
Kenntnisse über elementare Algorithmen		
Kenntnisse Zusammenhang Informatik & Gesellschaft	n	n
Lesen von formalisierter Schreibweise	p	
Mengenlehre		
Modellierung von Problemen	p	
Programmiersprachen	p	
Rechneraufbau/Hardware		n
Rechnernetzwerke		
Schreiben von formalisierter Schreibweise	p	
Umgang mit handelsüblicher Software	n	n
Umgang mit Logarithmen	p	
Umgang mit (mehreren) Betriebssystemen		n

Ein anderes Bild ergibt sich, wenn Student*innen befragt werden. Soll und Kobras [SK22] konnten dabei feststellen, dass es nach Ansicht von Student*innen überhaupt keine problembehafteten Bereiche gibt. Stattdessen werden über ein Drittel aller Bereiche als explizit nicht problembehaftet angesehen (siehe Tabelle 2 für eine genaue Übersicht). Im Gegensatz zu der Befragung von Dozent*innen muss davon ausgegangen werden, dass Student*innen hier die problembehafteten Bereiche unterschätzen (*Selection Bias* [Be10]). Zum einen werden Student*innen, die ein Fach nicht bestanden haben, nicht mehr Informatik studieren, zum anderen haben an der Umfrage sehr viele Student*innen aus den ersten Semestern teilgenommen, die einige Fächer noch nicht kennen. Zudem kann es passieren, dass ein*e Student*in die Einstellung von anderen übernimmt, wenn alle Student*innen im Umfeld ein Fach als schwierig/einfach bezeichnen (*Social-Desirability Bias* [KB00]).

Insgesamt lässt sich festhalten, dass es keinen direkten Widerspruch zwischen der Sicht der Student*innen und der Sicht der Dozent*innen gibt, d.h. es gibt kein Fach, das von der einen Gruppe als problembehaftet angesehen wird und von der anderen Gruppe explizit nicht. Trotzdem lässt sich die Frage hier nicht endgültig beantworten, auch wenn die Antworten der Dozent*innen darauf hindeuten, dass die Probleme eher im **theoretischen Bereich** und vielleicht auch bei **Programmierfächern** liegen könnten.

2.3 Bestehensquoten / Notenspiegel der Universität Hamburg

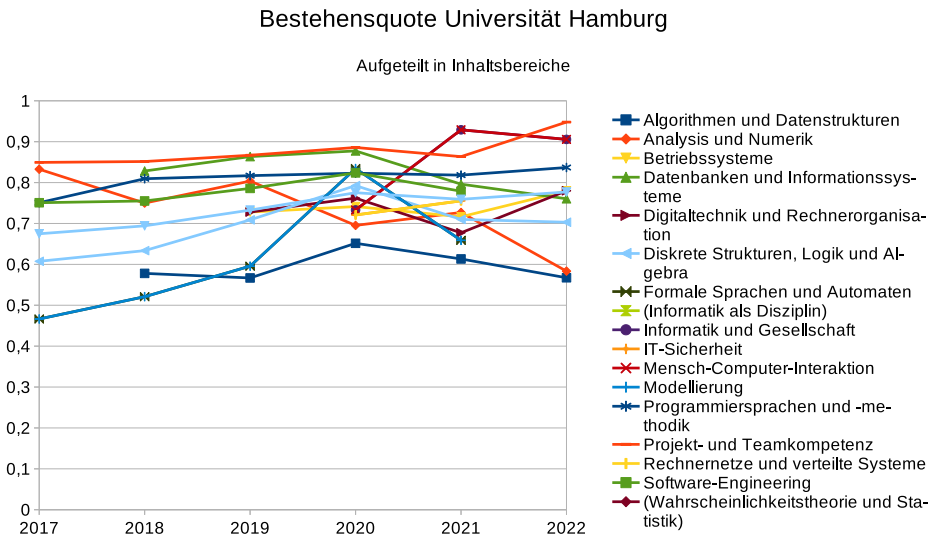
Einen Datensatz, an dem sich ein Problemfach ausfindig machen lassen könnte, stellen Noten dar. Zwar kann die Aussagekraft von Noten und Bestehensquoten durchaus angezweifelt werden [Ts19], dafür sind die Noten als quantitative Daten an jeder Hochschule bereits verfügbar. Da die Notenspiegel von Hochschulen meist nicht öffentlich verfügbar sind, wurden Anfragen nach dem hamburgischen Transparenzgesetz an verschiedene öffentliche Hochschulen in Hamburg gestellt. Inhalt der Anfrage waren die Noten der Pflichtmodule der ersten Semester eines Informatikstudiums. Als einzige Hochschule hat sich die Universität Hamburg hier positiv zurückgemeldet.

Die Informatikveranstaltungen und deren Prüfungen finden innerhalb von Modulen statt. Da diese Module von Hochschule zu Hochschule sehr variieren[4], werden diese Module bestimmten Fächern/Bereichen zugeordnet, damit eine strukturelle/inhaltliche Betrachtung erst ermöglicht wird. Dafür werden die „Empfehlungen für Bachelor- und Masterprogramme im Studienfach Informatik an Hochschulen" der Gesellschaft für Informatik [Ge16] verwendet[5]. Die Ergebnisse finden sich in Abb. 1.

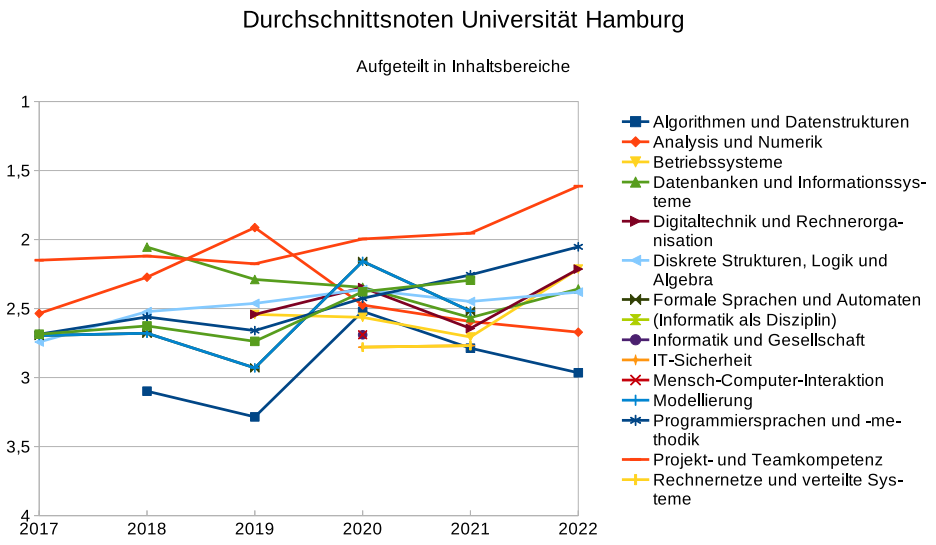
Dabei zeigt sich, dass die Bestehensquoten sowie die Durchschnittsnoten in den verschiedenen Jahren starken Schwankungen unterliegen. So ist es schwierig, hier eindeutige Bereiche

[4] Jede Hochschule hat ihre Veranstaltungen wegen Bologna [Jo99] modularisiert und nennt ihre Module anders. Zudem ist deren Größe und Inhalt je nach Hochschule sehr verschieden.

[5] die Bereiche *Informatik als Disziplin* sowie *Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik* sind dabei bei der Universität Hamburg nicht als Pflichtmodul in den ersten Semestern enthalten



(a) Bestehensquore



(b) Durchschnittsnoten

Abb. 1: Bestehensquote und Durchschnittsnoten der Pflichtfächer der Universität Hamburg zwischen den Jahren 2017 und 2022, aufgeteilt nach Inhaltsbereichen [Ge16]. Da nicht jedes Fach in jedem Jahr angeboten wird, können einzelne Linien auch Lücken aufweisen.

zu erkennen, die in allen Jahren schwierig sind. Als Beispiel: Der Bereich *Modellierung* bzw. *Formale Sprachen* hat in den Jahren 2017 und 2018 die schlechteste Bestehensquote, allerdings im Jahr 2020 eine der besten Bestehensquoten.

Einzige Ausnahme bildet hier der Bereich *Algorithmen und Datenstrukturen*. Dieser ist in fast allen Jahren das Fach mit sowohl der schlechtesten Bestehensquote als auch mit dem schlechtesten Notendurchschnitt. Dies könnte durchaus auf ein Problemfach hindeuten. Da dies aber der einzige Bereich ist und verwandte Bereiche (z. B. *Diskrete Strukturen, Logik und Algebra* oder *Modellierung*) diesem Trend nicht folgen, muss hier in Betracht gezogen werden, dass es zu einem Abweichen auf Grund anderer Parameter gekommen sein kann.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass die Bestehensquoten und Notenspiegel der Universität Hamburg **keinen eindeutigen Hinweis auf ein Problemfach** geben. Es wäre schön, wenn hier mehr Daten vorhanden wären, um Ausreißer durch die Eigenheiten einzelner Hochschulen auszuschließen. Zwar ist die Universität Hamburg eine sehr große Universität mit einem großen Fachbereich Informatik[6], allerdings lässt sich (auch unter Berücksichtigung unterschiedlicher Lehrpläne in weiterführenden Schulen der unterschiedlichen Bundesländer) zurecht die Frage stellen, ob die Universität Hamburg bundesweit repräsentativ ist. Zudem besteht hier das Problem, dass es durchaus den Wunsch geben könnte, möglichst viele Student*innen bestehen zu lassen und dies in die Bewertung mit einfließt, zum Beispiel, in dem die Hürde für das Bestehen nach unten korrigiert wird. Dadurch könnte in den Daten, insbesondere in den Problemfächern, ein systematischer Fehler entstehen.

3 Betrachtung einzelner Fächer

Nachdem bei den Studienabbruchgründen (Abschnitt 2.1) und der Wahrnehmung von Dozent*innen und Student*innen (Abschnitt 2.2) mögliche Problemfächer vor allem in mathematisch-theoretischen und programmiernahen Fächern gefunden wurden, sollen diese Fächer hier noch einmal gesondert betrachtet werden. Dass bei den Noten selber keine Problemfächer (Abschnitt 2.3) gefunden wurden schließt nicht aus, dass in diesen beiden Bereichen nicht doch Probleme vorhanden sind.

3.1 Spezialfall: Mathematisch-Theoretische Fächer

Tedre und Sutinen [TS08] argumentieren, dass moderne Informatik sich auf drei Säulen aufbaut: Ingenieurwissenschaften, Naturwissenschaften und Mathematik („*mathematical*", „*scientific*" und „*engineering traditions*"). Entsprechend gibt es in der Informatik also eine technische, eine wissenschaftliche und eine mathematisch-theoretische Komponente.

[6] Nach Eigenauskunft des Fachbereichs Informatik zuletzt ca. 350 Studienanfänger*innen im Bachelor bei ca. 2500 Student*innen insgesamt; `https://www.inf.uni-hamburg.de/home/about/facts.html`, abgerufen 2023-05-13

Tatsächlich ist Mathematik ein fundamentaler Bestandteil auch angewandter Informatik: Programmierung basiert auf Funktionen, Konstanten und Variablen; Koordinaten in Videospielen arbeiten auf Basis linearer Algebra; die verschiedenen Fourier-Operationen in der Signalverarbeitung sind grundlegend analytische Verfahren; Netzwerktechnik macht sich Erkenntnisse der Graphentheorie zu Nutze – um nur einige Beispiele zu nennen. Dies zieht noch nicht in Betracht, dass die Algorithmik sowie die formalen Beweistechniken – beispielsweise über Mengeninklusion oder Induktion – kernmathematisch sind. Beaubouef [Be02] gibt einen guten Einblick darin, wo Mathematik in die Informatik eingewoben ist, und nennt dabei auch Beispiele, die hier schon genannt wurden. Letztendlich postuliert Beaubouef [Be02], dass auf einer gewissen Abstraktionsebene jeder Aspekt von Computern auf Zahlen, Arithmetik und Logik zurückzuführen sei, und schließt mit: „*Is it any wonder then, that computer science, the study of how to use a machine based on numbers to solve real-world problems requires a good understanding of math?*" ([Be02, S. 59]).

Baldwin et. al. [BWH13] haben die mathematischen Anforderungen einer Reihe von Informatik-Studienangeboten ermittelt und festgestellt, dass fast alle betrachteten Angebote diskrete Mathematik und Analysis voraussetzen, mit einem geringeren Anteil auch Stochastik und Statistik. Die von [BWH13] betrachteten Studienangebote bewegen sich zwischen einem und acht Mathematik-Kursen im Rahmen des Studiums. Dabei stellen sie fest, dass zwar viel Mathematik gelehrt wird, aber diese sich geringer (direkter) Anwendung im Studium erfreut: „*[...] while most such curricula include appropriate mathematics, they often also include much mathematics that is not strongly connected to computing, and while they teach some applications of math to computing, they often overlook others.* " [BWH13, S. 79]. Es lässt sich also eine Asymmetrie feststellen zwischen der Mathematik, die man im Studium aktiv verwendet, und der Mathematik, mit der man in mathematischen Modulen konfrontiert wird. Jerkins et. al. [Je13] postulieren, dass Student*innen Mathematik als gesonderte Hürde auf dem Weg zum Informatik-Abschluss wahrnehmen würden („*[...] students perceived the required mathematics coursework as simply a hoop to jump through to complete a CS degree.*", [Je13]). Dies führe dazu, dass Student*innen die Wechselwirkungen zwischen Mathematik und Informatik nicht wahrnehmen würden, womit sie schlussendlich weniger Erfolg als Informatiker*innen erzielten.

Whalley et. al. [WPD20] zeigen, dass es im Kontext von mathematisch-theoretischen Fächern in der Informatik zwei Gruppen von Student*innen gibt: jene, die akademisch orientiert sind und den Mehrwert formaler Methoden für die Informatik erkennen, und jene, die berufsorientiert denken und theoretische Modelle als wenig zielführend erachten. Die Vermutung liegt nahe, dass die Gruppe, die ohnehin schon eine positive Disposition zu mathematisch-theoretischen Inhalten zeigt, auch weniger Schwierigkeiten in verwandten Fächern wahrnimmt. Analog ist anzunehmen, dass diejenigen Student*innen, die Mathematik als „Ballast" wahrnehmen, in den theoretisch orientierten Kursen im Mittel subjektiv mehr Schwierigkeiten haben.

Interessant in dem Kontext ist eine Studie von Alpár et al. [Al22], die sich mit der Einstellung von Informatikstudent*innen zu Mathematik auseinandersetzt. Hier konnten die Autoren

fünf Aspekte identifizieren, die sich auf den Eindruck von Student*innen auf Mathematik auswirken: 1. Vorherige Erfahrungen mit Mathematik 2. Soziales Umfeld 3. Selbstwirksamkeitserwartung 4. Angst vor Mathematik (*Math Anxiety*) 5. Motivationsquellen. Insbesondere diese Angst vor Mathematik (*Math Anxiety*) soll hier getrennt betrachtet werden, da es auch bei Alpár et al. von Teilnehmer*innen der Studie explizit als „*bottleneck*" [Al22, S. 222] genannt wurde. Es konnte gezeigt werden, dass, wenn Student*innen Angst vor Mathematik haben, dies sich unter anderem in schlechterer Leistung und Erinnerung auswirkt [AK01]. Zudem scheint es eine negative Korrelation zwischen einer Angst vor Mathematik bzw. der Einstellung dazu und *mathematischem Denken* zu geben [KTB10]. Es liegt die Vermutung nahe, dass sich das Problem der *Math Anxiety* auch auf die theorielastigen Fächer übertragen lässt, da diese oftmals mathematiknah sind. Dies könnte zu einem Teil erklären, warum es sich hier um Problemfächer handelt.

Dem gegenüber stehen die Ergebnisse von Frede und Knobelsdorf [FK18], die ermitteln, dass die Leistung von Student*innen in der theoretischen Informatik weniger von Motivation, sondern mehr von Mängeln im grundlegenden Verständnis theoretischer Modelle und formaler Techniken abhängt. Zum Beispiel konnten Knobelsdorf und Frede [KF16] in einer Studie zeigen, dass es Student*innen in Theoriefächern vermutlich an Fähigkeiten zum Lösen der Aufgaben fehlt, insbesondere im Bereich der Mathematik und des Verstehens der mathematischen Symbole.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass **die mathematisch-theoretischen Fächer durchaus als Problemfach angesehen werden können**. Entscheidender Faktor, ob die Student*innen hier Probleme haben, ist vor allem die Einstellung zur Mathematik und im extremen Fall eine Angst vor Mathematik (*Math Anxiety*).

3.2 Spezialfall: Programmiernahe Fächer

Die Diskussion, ob das Lernen von Programmieren schwierig (vgl. [RRR03]) oder nicht schwierig (vgl. [LR16]) ist, wird schon länger geführt. An dieser Stelle kann daher nur ein kleiner Einblick in die Diskussion gegeben werden.

Betrachten wir zunächst die Durchfallquote der programmiernahen Fächer. Es gab in den letzten 20 Jahren einige Studien, die sich mit der Durchfall- und Abbruchquote in grundlegenden Programmierkursen befasst haben. Bennedsen und Caspersen [BC07] stellen fest, dass vor 2007 anekdotisch akzeptiert wurde, dass Programmierkurse schwer seien, konnten aber mit einer nach eigenen Angaben nicht repräsentativen Erhebung über Fachpersonen aus dem Kontext der *Computer Science Education (CSE)* keine harte Evidenz finden. Im Gegenteil berichten sie, dass im Schnitt etwa nur ein Drittel der Student*innen die einführenden Programmierkurse nicht besteht[7] und bezeichnen diese Quote als keine außergewöhnlich hohe Zahl („not an especially high percentage", [BC07, S. 35]) im Vergleich

[7] unabhängig davon, welches Programmierparadigma verfolgt wurde

dazu, dass nur etwa ein Viertel der Studienanfänger tatsächlich auch den Abschluss erreichen würden.

Diese Studie wurde wieder aufgegriffen von Watson und Li in 2014 [WL14], die eine größere Vergleichsstudie durchgeführt haben[8]. Sie berichten von einer durchschnittlichen Bestehensquote von 67.7%, mit einem 90% Konfidenz-Intervall zwischen 65.3% und 70.1%, und folgern daraus, dass ihre Ergebnisse nahezu perfekt zu denen von [BC07] passen würden und dass dadurch eine Bestehensquote von etwa zwei Dritteln möglicherweise ein realitätsnaher Wert sei. Watson und Li [WL14] stellen jedoch ihre Repräsentativität infrage, da sie lediglich die Ergebnisse von 161 Kursen über 15 Länder vergleichen.

Bennedsen und Caspersen [BC19] greifen ihre Studie später selber wieder auf und stellen – mit einer größeren Stichprobe – fest, dass die Bestehensquote mit 72.6% in den zwölf Jahren seit ihrer ersten Studie besser geworden sei. Sie bleiben bei dem Ergebnis, dass die Quote nicht außergewöhnlich hoch sei.

Eine weitere Perspektive bringen Simon et. al. [Si19] ein, die sich sowohl auf die beiden Studien von Bennedsen und Caspersen als auch auf Watson und Li stützen. Simon et al. [Si19] ermitteln eine Bestehensquote von etwa 75%, etwas höher als kurz zuvor noch Bennedsen und Caspersen [BC19] bei noch größerer Stichprobe[9]. Auch die Daten der Universität Hamburg, wie sie in Abschnitt 2.3 präsentiert werden, liegen im Schnitt bei ungefähr 75%. Dies deutet darauf hin, dass diese Daten repräsentativer sind, als zunächst noch angenommen. Simon et. al. [Si19] gehen allerdings noch einen Schritt weiter und vergleichen die Bestehensquoten von grundlegenden Programmierkursen mit anderen Einführungskursen im gesamten MINT-Bereich. In dem Kontext stellen sie fest, dass die Bestehensquoten einführender Programmierkurse sich nicht groß vom Mittel anderer einführender MINT-Kurse unterscheiden.

Der Vollständigkeit halber sollte erwähnt werden, dass es viele weitere Faktoren gibt, die einen Einfluss auf den Lernerfolg haben, insbesondere das Vorwissen der Student*innen (wie zum Beispiel logisches Denken [DT22], Rechnerstrukturen [Lo22] oder Mathematik [AIC18]) sowie die Methodik des Programmierunterrichts (vgl. [BdF22, Zh22, MMD20, LR16]).

Insgesamt lässt sich feststellen, dass sich zumindest auf Basis der Bestehensquoten keine empirische Evidenz finden lässt, dass Programmieren sonderlich schwerer sei als andere Fächer, da die Bestehensquoten von Programmierkursen in vergleichbaren Bereichen wie andere MINT-Fächer liegen. Indizien deuten höchstens darauf hin, dass die Lehr-Lern-

[8] Es sollte der Vollständigkeit halber genannt werden, dass Kritik an der Methodologie und den daraus resultierenden Ergebnissen dieser Studie existiert: Guzdial, M. A Biased Attempt at Measuring Failure Rates in Introductory Programming, *Computing Education Research Blog*, September 30, 2014; `https://computinged.wordpress.com/2014/09/30/a-biased-attempt-at-measuring-failurerates-in-introductory-programming/`, abgerufen 2023-05-28

[9] Was die Frage aufwirft, ob die Bestehensquote auch mit der Stichprobengröße korreliert und nicht nur über die Zeit besser geworden ist.

Methodik nicht immer dem Kursinhalt angemessen ist; in den Worten von Luxton-Reilly [LR16, S. 288]: „*Learning to program is easy – all we need to do is collectively shift our view, and teach to achievable outcomes.*" Demnach lässt sich also sagen, dass **programmiernahe Fächer tendenziell keine Problemfächer** sind.

4 Zusammenfassung & Diskussion

Wenn man alle oben genannten Aspekte zusammenfasst, so lässt sich feststellen, dass es zwei potentielle Kandidaten für Problemfächer gibt: mathematisch-theoretische Fächer sowie programmiernahe Fächer. Bei einem Blick in relevante Literatur kann man dabei sehen, dass die **mathematisch-theoretische Fächer als besonders schwierig im Informatikstudium ansehen werden können**. Wichtigster Faktor hier scheint die Einstellung der Student*innen zur Mathematik zu sein. Daher sollte sowohl in zukünftiger Forschung als auch in der zukünftigen Gestaltung von Studiengängen in der Informatik diesem Bereich eine erhöhte Aufmerksamkeit zukommen. Bei programmiernahen Fächern konnten in der Literatur dagegen Hinweise gefunden werden, dass es sich nicht um Problemfächer handelt.

In dieser Studie wird eine starke Vereinfachung vorgenommen, da sie sich auf den Einfluss einzelner Fächer konzentriert. Der Studienabbruch kann aber durchaus als ein Geschehen betrachtet werden, in das viele Faktoren einfließen (vgl. [He17, S. 11-16]). So können zum Beispiel die Fähigkeiten der Dozent*innen, die persönlichen Interessen und Stärken von Student*innen, die persönliche Situation von Student*innen, die organisatorischen und rechtlichen Rahmenbedingungen wie Studienpläne / Prüfungsordnungen oder die Abhängigkeit zwischen verschiedenen Fächern eine Rolle spielen. Genauso werden unter Umständen die Bedürfnisse einzelner Gruppen vernachlässigt wie z. B. von Student*innen mit Migrationshintergrund, von Student*innen mit verschiedenen Bildungshintergründen oder geschlechterspezifische Bedürfnisse. Trotzdem kann der Blick auf einzelne Fächer sinnvoll sein. Wenn die hier gefundenen Hinweise stimmen und theorielastige Fächer tatsächlich problematisch sind, so lohnt es sich, sowohl die Suche nach den Gründen hierfür zu intensivieren als auch neue didaktische und pädagogische Konzepte für diese Fächer zu entwickeln.

Genauso besteht die Möglichkeit, dass einzelne Institutionen ein Fach bewusst zu einem Problemfach erheben (z. B. durch hohe Anforderungen), um eine Hürde für Student*innen aufzubauen. Ziel hierbei könnte die Reduzierung von Student*innenzahlen oder das frühzeitige Herausprüfen von vermeintlich zu schlechten Student*innen sein. Ob und inwieweit ein solches Vorgehen sinnvoll ist, soll jedoch nicht in diesem Paper betrachtet werden.

Leider sind die Daten, die es momentan zu dieser Fragestellung gibt, eher indirekt (wie zum Beispiel bezüglich Studienabbruchgründen) bzw. nur vereinzelnd verfügbar (wie zum Beispiel bei den Bestehensquoten / Notenspiegel) oder sind beeinflusst durch bestehende Vorurteile (wie zum Beispiel bei den Wahrnehmungen von Dozent*innen und Student*innen).

Auch eine gezielte Studie aufzusetzen, ist nicht einfach möglich – zum einen handelt es sich hierbei um eine Situation mit vielen Variablen, zum anderen wird eine Befragung immer die bereits genannten Vorurteile beibehalten. Daher scheint aktuell die beste Möglichkeit hier eine Annäherung an die Frage, wie es in diesem Paper versucht wurde.

Wünschenswert wäre eine Kooperation von mehr Hochschulen, um mehr Noten- und Bestehensquoten zum Abgleich verfügbar zu haben. Bisher bleiben diese Daten oftmals unter Kontrolle einer einzelnen Hochschule, wodurch Analysen dieser Daten über Institutionsgrenzen hinweg nicht möglich sind.

Acknowledgment

Ein besonderer Dank geht an FragDenStaat (`https://fragdenstaat.de/`) für die Bereitstellung einer Plattform für Informationsfreiheitsanfragen. Die Anfrage für die in dieser Arbeit verwendeten Daten findet sich unter `https://fragdenstaat.de/a/243870`.

Literaturverzeichnis

[AIC18] Attallah, Belsam; Ilagure, Zakea; Chang, Yun-Ke: The Impact of Competencies in Mathematics and Beyond on Learning Computer Programming in Higher Education. In: 2018 Fifth HCT Information Technology Trends (ITT). S. 77–81, 2018.

[AK01] Ashcraft, Mark H.; Kirk, Elizabeth P.: The relationships among working memory, math anxiety, and performance. Journal of Experimental Psychology: General, 130(2):224–237, 2001.

[Al22] Alpár, Greg; Yeni, Sabiha; Aivaloglou, Efthimia; Hermans, Felienne: Can Math Be a Bottleneck? Exploring the Mathematics Perceptions of Computer Science Students. In: 2022 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). S. 217–225, March 2022.

[BC07] Bennedsen, Jens; Caspersen, Michael E.: Failure Rates in Introductory Programming. SIGCSE Bull., 39(2):32–36, jun 2007.

[BC19] Bennedsen, Jens; Caspersen, Michael E.: Failure Rates in Introductory Programming: 12 Years Later. ACM Inroads, 10(2):30–36, apr 2019.

[BdF22] Berssanette, João Henrique; de Francisco, Antonio Carlos: Cognitive Load Theory in the Context of Teaching and Learning Computer Programming: A Systematic Literature Review. IEEE Transactions on Education, 65(3):440–449, 2022.

[Be02] Beaubouef, Theresa: Why Computer Science Students Need Math. SIGCSE Bull., 34(4):57–59, dec 2002.

[Be10] Bethlehem, Jelke: Selection Bias in Web Surveys. International Statistical Review, 78(2):161–188, 2010.

[Be21a] Behr, Andreas; Giese, Marco; Teguim Kamdjou, Herve D.; Theune, Katja: Motives for dropping out from higher education—An analysis of bachelor's degree students in Germany. European Journal of Education, 56(2):325–343, 2021.

[Be21b] Bender, Esther; Barbas, Helena; Hamann, Fabian; Soll, Marcus; Sitzmann, Daniel: Fähigkeiten und Kenntnisse bei Studienanfänger*innen in der Informatik: Was erwarten die Dozent*innen? - Ergebnisse einer deutschlandweiten Umfrage unter Informatik-Hochschuldozent*innen. In: 9. Fachtagung Hochschuldidaktik Informatik (HDI) 2021. S. 157–165, 2021.

[Bö21] Böttcher, Axel; Thurner, Veronika; Häfner, Tanja; Ottinger, Sarah: Adaptierung von Beratungsangeboten auf der Basis von Erkenntnissen aus der Analyse von Studienverlaufsdaten. In: 9. Fachtagung Hochschuldidaktik Informatik (HDI) 2021. S. 57–64, 2021.

[BWH13] Baldwin, Douglas; Walker, Henry M.; Henderson, Peter B.: The Roles of Mathematics in Computer Science. ACM Inroads, 4(4):74–80, dec 2013.

[DT22] Daungcharone, Kannika; Thongkoo, Krittawaya: The Effects of Thinking Process Model Technique on Logical Thinking Skills Influencing Programming Achievement. In: 2022 Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunications Engineering (ECTI DAMT & NCON). S. 134–138, 2022.

[FK18] Frede, Christiane; Knobelsdorf, Maria: Exploring how Students Perform in a Theory of Computation Course using Final Exam and Homework Assignments Data. In (Malmi, Lauri; Korhonen, Ari; McCartney, Robert; Petersen, Andrew, Hrsg.): Proceedings of the 2018 ACM Conference on International Computing Education Research, ICER 2018, Espoo, Finland, August 13-15, 2018. ACM, S. 241–249, 2018.

[Ge16] Gesellschaft für Informatik e.V.: Empfehlungen für Bachelor- und Masterprogramme im Studienfach Informatik an Hochschulen (Juli 2016). 2016.

[He10] Heublein, U.; Hutzsch, C.; Schreiber, J.; Sommer, D.; Besuch, G.: Ursachen des Studienabbruchs in Bachelor- und in herkömmlichen Studiengängen: Ergebnisse einer bundesweiten Befragung von Exmatrikulierten des Studienjahres 2007/08. 2010.

[He17] Heublein, Ulrich; Ebert, Julia; Hutzsch, Christopher; Isleib, Sören; König, Richard; Richter, Johanna; Woisch, Andreas: Zwischen Studienerwartungen und Studienwirklichkeit. Ursachen des Studienabbruchs, beruflicher Verbleib der Studienabbrecherinnen und Studienabbrecher und Entwicklung der Studienabbruchquote an deutschen Hochschulen. Forum Hochschule. 2017,01. Hannover, 2017.

[HSW06] Holdt, U. v.; Schneider, H.; Wagner, B.: Analyse von Studienverläufen und Studienabbrüchen in den Bachelorstudiengängen Informatik an der Leibniz Universität Hannover. In (Forbrig, Peter; Siegel, Günter; Schneider, Markus, Hrsg.): HDI 2006: Hochschuldidaktik der Informatik – Organisation, Curricula, Erfahrungen. Gesellschaft für Informatik e. V., Bonn, S. 115–126, 2006.

[Je13] Jerkins, James A.; Stenger, Cynthia L.; Stovall, Jessica; Jenkins, Janet T.: Establishing the Impact of a Computer Science/Mathematics Anti-Symbiotic Stereotype in CS Students. J. Comput. Sci. Coll., 28(5):47–53, may 2013.

[Jo99] Joint declaration of the European Ministers of Education: The Bologna Declaration of 19 June 1999. 1999.

[Jo05] Jonkmann, Kathrin: Studienabbruch, Studiendauer und Studienerleben - Analyse der Studierendenumfrage des Instituts für Informatik der Humboldt-Universität zu Berlin. 2005.

[KB00] King, Maryon F.; Bruner, Gordon C.: Social desirability bias: A neglected aspect of validity testing. Psychology & Marketing, 17(2):79–103, 2000.

[KF16] Knobelsdorf, Maria; Frede, Christiane: Analyzing Student Practices in Theory of Computation in Light of Distributed Cognition Theory. In: Proceedings of the 2016 ACM Conference on International Computing Education Research. ICER '16, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, S. 73–81, 2016.

[KTB10] Kargar, Maryam; Tarmizi, Rohani Ahmad; Bayat, Sahar: Relationship between Mathematical Thinking, Mathematics Anxiety and Mathematics Attitudes among University Students. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 8:537–542, 2010. International Conference on Mathematics Education Research 2010 (ICMER 2010).

[Lo22] Logozar, Robert; Horvatic, Miroslav; Sumiga, Ivan; Mikac, Matija: Challenges in Teaching Assembly Language Programming – Desired Prerequisites vs. Students' Initial Knowledge. In: 2022 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). S. 1689–1698, 2022.

[LR16] Luxton-Reilly, Andrew: Learning to Program is Easy. In: Proceedings of the 2016 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education. ITiCSE '16, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, S. 284–289, 2016.

[MMD20] Margulieux, Lauren E.; Morrison, Briana B.; Decker, Adrienne: Reducing withdrawal and failure rates in introductory programming with subgoal labeled worked examples. International Journal of STEM Education, 7(1), Mai 2020.

[NHD19] Neugebauer, Martin; Heublein, Ulrich; Daniel, Annabell: Studienabbruch in Deutschland: Ausmaß, Ursachen, Folgen, Präventionsmöglichkeiten. Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 22(5):1025–1046, 2019.

[Ni98] Nickerson, Raymond S.: Confirmation Bias: A Ubiquitous Phenomenon in Many Guises. Review of General Psychology, 2(2):175–220, 1998.

[RRR03] Robins, Anthony; Rountree, Janet; Rountree, Nathan: Learning and Teaching Programming: A Review and Discussion. Computer Science Education, 13(2):137–172, 2003.

[Sa21] Salguero, Adrian; Griswold, William G.; Alvarado, Christine; Porter, Leo: Understanding Sources of Student Struggle in Early Computer Science Courses. In: Proceedings of the 17th ACM Conference on International Computing Education Research. ICER 2021, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, S. 319–333, 2021.

[Si19] Simon; Luxton-Reilly, Andrew; Ajanovski, Vangel V.; Fouh, Eric; Gonsalvez, Christabel; Leinonen, Juho; Parkinson, Jack; Poole, Matthew; Thota, Neena: Pass Rates in Introductory Programming and in Other STEM Disciplines. In: Proceedings of the Working Group Reports on Innovation and Technology in Computer Science Education. ITiCSE-WGR '19, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, S. 53–71, 2019.

[SK22] Soll, Marcus; Kobras, Louis: What Were We Expecting? Analysing Expectations of German University Teachers of Study Beginners in Computer Science as Experienced by Students. In: 2022 IEEE German Education Conference (GeCon). S. 1–6, 2022.

[TS08] Tedre, Matti; Sutinen, Erkki: Three traditions of computing: what educators should know. Computer Science Education, 18(3):153–170, 2008.

[Ts19] Tsarouha, Elena: Aussagekraft und Vergleichbarkeit von Noten. In: Prüfungspraktiken an deutschen Hochschulen: Eine empirische Studie zu systematischen Einflussgrößen auf die Notengebung in Abschlussprüfungen. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, S. 39–46, 2019.

[WL14] Watson, Christopher; Li, Frederick W.B.: Failure Rates in Introductory Programming Revisited. In: Proceedings of the 2014 Conference on Innovation & Technology in Computer Science Education. ITiCSE '14, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, S. 39–44, 2014.

[WPD20] Whalley, Jacqueline; Petersen, Andrew; Denny, Paul: Mathematics, Computer Science and Career Inclinations — A Multi-Institutional Exploration. In: Proceedings of the 20th Koli Calling International Conference on Computing Education Research. Koli Calling '20, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2020.

[Zh22] Zhao, Dan; Muntean, Cristina Hava; Chis, Adriana E.; Rozinaj, Gregor; Muntean, Gabriel-Miro: Game-Based Learning: Enhancing Student Experience, Knowledge Gain, and Usability in Higher Education Programming Courses. IEEE Transactions on Education, 65(4):502–513, 2022.

Individuelle Faktoren bei Studienwahlmotiven in informatiknahen Studiengängen

Florian Reuß[1]

Abstract: Menschen entscheiden sich aus verschiedenen Gründen für ein informatiknahes Studium. Die individuellen Unterschiede in der Motivation und den Erwartungen, welche in diesem Fachgebiet die Studienwahl beeinflussen, wurden aber bislang nur wenig erforscht. Der vorliegende Beitrag untersucht für drei informatiknahe Studiengänge, ob Studienwahlmotive von Geschlecht, informatischer Vorbildung und Studiengang abhängen. Die Analyse erfolgte durch logistische Regression mit den Daten einer Studie mit 583 Teilnehmenden, die zwischen 2010 und 2022 in der Programmiergrundlagenvorlesung einer deutschen Universität durchgeführt wurde. Es zeigt sich, dass Studienwahlmotive von Studierenden informatiknaher Studiengänge von den fachlichen Vorkenntnissen und dem Studiengang, nicht aber vom Geschlecht abhängig sind. Die Erwartungen an das Studium sind weitestgehend unabhängig von Geschlecht, fachlichen Vorkenntnissen und Studiengang. Die Ergebnisse können zur Weiterentwicklung informatiknaher Studiengänge beitragen, indem die einzelnen Heterogenitätsdimensionen bei Überlegungen zur Studienganggestaltung, -bewerbung und der Betreuung von Studierenden berücksichtigt werden.

Keywords: Studienwahlmotive; Motivation; Hochschuldidaktik

1 Einleitung

In informatiknahen Studiengängen an deutschen Universitäten kommt es nach wie vor häufig zu Studienabbrüchen und Studiengangwechseln aufgrund von mangelnder Studienmotivation [HHS22]. Einen erheblichen Einfluss haben dabei bereits die Umstände bei der Studienentscheidung und Fachwahl [HW11]. Will man die Abbruchquoten senken, ist es also von Bedeutung, Erwartungen und Studienwahlmotive von Studierenden besser zu verstehen. Obwohl diese von zahlreichen Faktoren auf der individuellen, institutionellen und gesellschaftlichen Ebene beeinflusst werden [HW11], gibt es bislang nur wenige fachbereichsspezifische Erkenntnisse zur Abhängigkeit von Studienwahlmotiven von individuellen Faktoren. Wir wenden uns in diesem Artikel dabei drei Aspekten zu, die für die Informatikdidaktik von besonderem Interesse sind:

Studierende verschiedener Fachgruppen (z. B. Sozial- vs. Rechtswissenschaften) unterscheiden sich in ihren Studienwahlmotiven [GB21; Ló12; SF14]. Für die Informatik wäre es aber wichtig zu wissen, ob Unterschiede auch bei verschiedenen Studiengängen innerhalb derselben Fachgruppe auftreten. Denn an den meisten Hochschulen in Deutschland werden

[1] Universität Potsdam, Institut für Informatik & Computational Science, An der Bahn 2, 14476 Potsdam, Deutschland, florian.reuss.1@uni-potsdam.de

Studierende aus Studiengängen mit unterschiedlich ausgeprägter Informatiknähe in den Lehrveranstaltungen gemeinsam unterrichtet. Wenn wir motivationale Unterschiede zwischen den Studiengängen besser verstehen, können wir bei der Gestaltung von Studiengängen und Lehrveranstaltungen besser auf die Bedürfnisse der einzelnen Gruppen eingehen.

Indizien weisen darauf hin, dass sich Studienwahlmotive je nach Geschlecht unterscheiden [Ló12; SF14]. Es bleibt aber unklar, ob dies auch für die Informatik zutrifft. Dies ist vor allem aufgrund der nach wie vor ungleichen Geschlechterverteilung im Studienfach Informatik [St23] relevant. Indem wir geschlechtsspezifische Unterschiede in der Planung berücksichtigen, können wir potenziell die Attraktivität informatiknaher Studiengänge für Frauen langfristig steigern.

Auch die schulischen Voraussetzungen und die fachliche Vorbildung können einen Einfluss auf die Studienerwartungen und -wahlmotive haben. Erkenntnisse über diese Heterogenitätsdimension können beispielsweise bei der Planung von Erstsemesterveranstaltungen und fakultativen Unterstützungsangeboten (Brückenkurse, Beratungen, etc.) hilfreich sein.

Im Folgenden wird untersucht, ob Erwartungen und Studienwahlmotive in informatiknahen Studiengängen von Geschlecht, informatischer Vorbildung und Studiengang abhängen.

2 Methodik

Hierzu wurden die Daten einer quantitativen Langzeitstudie, welche seit dem WS2010/11 an der Universität Potsdam durchgeführt wird[2], statistisch analysiert. Im Rahmen der Studie werden die Teilnehmenden der für das erste Fachsemester vorgesehenen Programmiergrundlagenvorlesung zu ihren Vorerfahrungen, Qualifikationen, Erwartungen und Gründen zu Studien- und Ortswahl befragt. Die Studierenden werden innerhalb der ersten vier Wochen nach Vorlesungsbeginn elektronisch zum Ausfüllen eines Online-Fragebogens aufgefordert. In den Jahren 2020 und 2021 fand keine Erfassung statt. Für das WS2022/23 wurde das bis dato verwendete Google Formular durch eine SoSci Survey Umfrage ersetzt und die Teilnehmenden wurden persönlich durch ihre Übungsleiter:innen aufgefordert, den Fragebogen innerhalb der Übungszeit auszufüllen.

Zwischen 2010 und 2022 haben 583 Studierende an der Studie teilgenommen. 45 Datensätze gehörten zu Studierenden sonstiger Studiengänge, die die Vorlesung ebenfalls besuchen und 17 Studierende hatten keinen Studiengang angegeben. $n = 521$ Datensätze waren eindeutig informatiknahen Bachelorstudiengängen zuzuordnen und wurden in die Analyse einbezogen (siehe Tab. 1)[3]. Dies entspricht in etwa 20 % aller Studierenden, die in den entsprechenden Wintersemestern ein informatiknahes Bachelorstudium an der Universität Potsdam aufgenommen haben (siehe Tab. 1).

[2] Die Langzeitstudie startete bereits 1996 mit Fragebögen in Papierform. Eine Auswertung eines Großteils dieser Daten findet sich bei [RS06]. Sie werden daher vorerst nicht weiter berücksichtigt.

[3] Die Geschlechterverteilung kann `https://doi.org/10.5281/zenodo.8172255` entnommen werden.

		Studiengang			
		Informatik/C.S.	Lehramt Informatik	Wirtschaftsinformatik	Gesamt
Jahr	2010	21	5	21	47 (42 %)
	2011	27	12	56	95 (29 %)
	2012	13	4	28	45 (19 %)
	2013	10	15	20	45 (40 %)
	2014	19	4	13	36 (17 %)
	2015	13	6	15	34 (16 %)
	2016	13	6	13	32 (12 %)
	2017	30	4	21	55 (18 %)
	2018	26	4	8	38 (11 %)
	2019	13	3	2	18 (6 %)
	2022	25	16	35	76 (47 %)
Gesamt		210 (23 %)	79 (19 %)	232 (18 %)	521 (20 %)

Tab. 1: Teilnehmendenzahlen und Rücklaufquoten an der Langzeitstudie seit WS2010/11

Messinstrument Der Fragebogen wurde seit 1996 kaum verändert und basiert auf einer Vorlage der Universität Paderborn aus dem Jahre 1996 [RS06]. Im Fragebogen wurden folgende Mehrfachauswahlfragen gestellt:

1. Welche Gründe führten zur Wahl Ihres Studienfaches?
2. Wie haben Sie sich über Studienmöglichkeiten informiert?
3. Was qualifiziert Sie für das Studium, das Sie jetzt begonnen haben?
4. Warum haben Sie unsere Universität als Studienort gewählt?
5. Welche Vorstellung haben Sie von Ihrem Studium?
6. Welche Befürchtungen haben Sie bezüglich Ihrer Studienentscheidung?

Die Auswahloptionen zu jeder Frage sind Tab. 2 und 3 auf S. 21 f. zu entnehmen. Es bestand stets die Möglichkeit für offene Nennungen. Darüber hinaus wurden Angaben zu Studienziel, Erstfach, Zweitfach, Fachsemester, Herkunftsbundesland, Geschlecht, Programmiervorkenntnissen und zum besuchten schulischen Informatikunterricht erfasst. Beide Versionen des Fragebogens sind unter `https://doi.org/10.5281/zenodo.8172255` abrufbar.

Analyse Für jede Auswahloption wurde eine binomiale logistische[4] Regression berechnet, um zu überprüfen, ob sich die Wahrscheinlichkeit, dass diese Option ausgewählt wird, anhand folgender Prädiktoren vorhersagen lässt:

[4] Eine lineare Regressionsanalyse sollte nicht angewandt werden, da die vorhergesagten Variablen dichotom sind. Ein lineares Modell würde dann ggf. unzulässige Vorhersagen (wie Wahrscheinlichkeiten über 100%) treffen.

- Geschlecht — 2 Ausprägungen: männlich, weiblich[5]
- Schulinformatische Vorbildung — 4 Ausprägungen: ohne schulischen Informatikunterricht in der Oberstufe und ohne Programmiervorkenntnisse (*Keine*), ohne schulischen Informatikunterricht in der Oberstufe aber mit Programmiervorkenntnissen (*Andere*), Grundkurs in der Oberstufe (*GK*), Leistungskurs in der Oberstufe (*LK*)
- Studiengang — 3 Ausprägungen: Informatik/Computational Science (*ICS*), Lehramt Informatik, Wirtschaftsinformatik (*WINF*)

Offene Nennungen wurden nicht ausgewertet, da von dieser Möglichkeit nur bei etwa jeder 18. Antwort Gebrauch gemacht wurde. Regressionsanalysen wurden einfacheren Verfahren wie Kontingenzanalysen vorgezogen, weil sie Drittvariablenkontrolle ermöglichen und damit weniger Scheinzusammenhänge produzieren. Um den Fehler erster Art niedrig zu halten, sollten mindestens 10 Fälle pro Prädiktor[6] vorhanden sein [Mo14; Pe96]. Die Prädiktoren werden daher schrittweise in die Modelle inkludiert: Unter 30 Fällen wird keine Regression berechnet. Ab 30 Fällen werden die schulinformatische Vorbildung und ab 50 Fällen zusätzlich der Studiengang als Prädiktoren mit aufgenommen. Ab 60 Fällen wird die Regression mit allen drei Prädiktoren berechnet.

3 Ergebnisse

Die Signifikanzwerte der einzelnen Regressionsmodelle und Prädiktoren sind in Tab. 2 und 3 auf S. 21 f. dargestellt. Die Angaben bei *Studiengang* beziehen sich stets auf die Referenzkategorie *Informatik/Computational Science* und bei *schulinformatischer Vorbildung* auf die Referenzkategorie *keine schulinformatische Vorbildung*. So lässt sich in Tab. 2 zum Beispiel erkennen, dass die relative Wahrscheinlichkeit, *eigene Begabung und Fähigkeiten* als Studienwahlmotiv anzugeben, sowohl bei Lehramts- als auch bei Wirtschaftsinformatik-Studierenden (WINF) signifikant verschieden ist als bei ICS-Studierenden, sofern die anderen Prädiktoren konstant gehalten werden. Gleiches gilt für Absolvent:innen eines Leistungskurses (LK), Grundkurses (GK) oder mit anderer Vorbildung gegenüber den Personen ohne explizite schulinformatische Vorbildung. Da die Variable Geschlecht in dieser Zeile einen hohen p-Wert aufweist ($p > .05$), ist der Einfluss des Geschlechts wahrscheinlich zufällig. Das Geschlecht gibt uns also keinen Hinweis darauf, ob Studierende ihr Fach aufgrund eigener Begabung und Fähigkeiten gewählt haben. In Tab. 3 wiederum lässt sich beispielsweise erkennen, dass keiner der Prädiktoren einen signifikanten Einfluss auf die Befürchtung hat, später arbeitslos zu sein. Im Folgenden werden ausgewählte Zusammenhänge ausführlicher dargestellt[7].

[5] Die neue Version des Fragebogens, die ab 2023 zum Einsatz kommt, berücksichtigt ein drittes Geschlecht.

[6] Die Fälle pro Prädiktor (EPV) werden bestimmt durch die Größe der kleinsten Ergebniskategorie geteilt durch die gesamte Anzahl an Kategorien aller Prädiktoren (abzgl. der Referenzkategorien).

[7] Aus Platzgründen kann nicht auf alle Zusammenhänge eingegangen werden. Das zugrundeliegende Datenmaterial sowie die vollständigen Modellzusammenfassungen, Klassifizierungstabellen, Diagramme und Odds der Regressionsmodelle sind unter `https://doi.org/10.5281/zenodo.8172255` abrufbar.

3.1 Studienwahlmotive

Die Gründe, die zur Wahl des jeweiligen Studienfaches führten, unterscheiden sich deutlich nach Studiengängen und schulinformatischer Vorbildung (siehe Tab. 2):

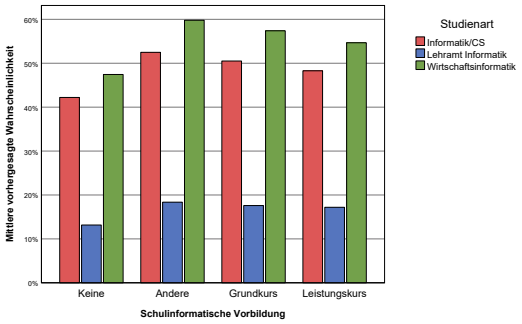


Abb. 1: Studienwahlmotiv:
Vielfalt beruflicher Möglichkeiten

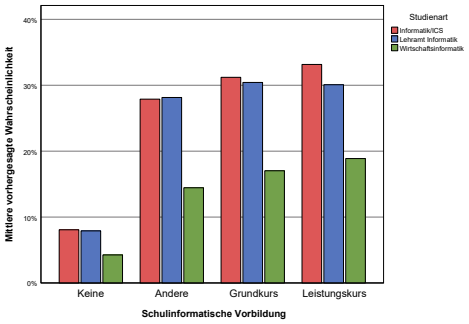


Abb. 2: Studienwahlmotiv:
Fester Berufswunsch

Für WINF-Studierende spielen ein *fester Berufswunsch* und das Fachinteresse seltener eine Rolle bei der Studienwahl (siehe Abb. 2 und 3). Allerdings ist die relative Wahrscheinlichkeit, gute Aussichten auf einen sicheren Arbeitsplatz oder eine Führungsposition als Studienwahlmotiv anzugeben, bei WINF-Studierenden rund doppelt (Arbeitsplatz), bzw. fünfmal (Führungsposition) so hoch wie bei ICS-Studierenden[8]. Für Lehramtsstudierende wiederum spielt die Vielfalt beruflicher Möglichkeiten seltener eine Rolle bei der Studienwahl (siehe Abb. 1) und die relative Wahrscheinlichkeit, Einkommenschancen als Studienwahlmotiv anzugeben, ist gut fünfmal niedriger als bei ICS-Studierenden. WINF- und Lehramtsstudierenden haben gemeinsam, dass bei ihnen seltener eigene Begabung und Fähigkeiten zur Wahl ihres Studienfaches führten (siehe Abb. 4).

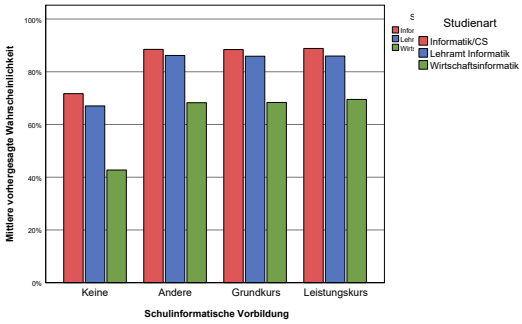


Abb. 3: Studienwahlmotiv:
Interesse am Fach

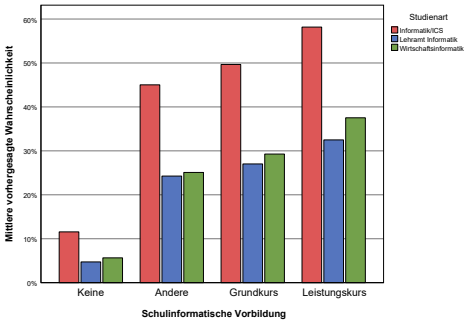


Abb. 4: Studienwahlmotiv:
Eigene Begabung & Fähigkeiten

[8] Zur besseren Lesbarkeit werden nachfolgend ganzzahlig gerundete Werte angegeben.

Bei Studierenden ohne schulinformatische Vorbildung spielen ein fester Berufswunsch, das Fachinteresse sowie eigene Fähigkeiten seltener eine Rolle bei der Studienwahl (siehe Abb. 2 bis 4) und das Studienfach war mit größerer Wahrscheinlichkeit eine Ausweichlösung.

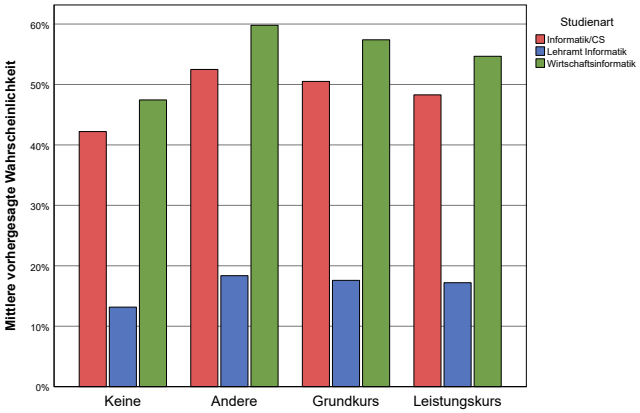
Die Studienwahlmotive sind weitestgehend unabhängig vom Geschlecht (siehe Tab. 2). Lediglich die relative Wahrscheinlichkeit, dass ein fester Berufswunsch zur Wahl des Studienfaches führte, ist bei Männern knapp doppelt so hoch wie bei Frauen.

3.2 Informationsquellen

Studierende informieren sich über Studiengänge und Geschlechter hinweg ähnlich über Studienmöglichkeiten (siehe Tab. 2). Die verwendeten Informationsquellen sind vor allem abhängig von der schulinformatischen Vorbildung: Die relative Wahrscheinlichkeit, dass sich Absolvent:innen eines Informatik-Oberstufenkurses über Hörensagen (Freunde, Bekannte, Verwandte) informiert haben, ist in etwa halb so groß wie bei Studierenden ohne schulinformatische Vorbildung. Auffällig ist, dass Lehramtsstudierende rund dreimal und LK-Absolvent:innen rund fünfmal wahrscheinlicher die Beratung eines Lehrers in Anspruch nahmen. Einige Informationsquellen wie Informationsveranstaltungen der Hochschule ($n_{2022} = 6$), eine Beratung durch das Arbeitsamt ($n_{2022} = 2$) oder die zentrale Studienberatung ($n_{2022} = 6$) spielen im neuesten Datensatz kaum noch eine Rolle.

3.3 Qualifikationen für das Studium

Ob die Studierenden Interesse an den gesellschaftlichen Auswirkungen, den Besitz eines PCs oder Vorlieben für Team-/Einzelarbeit als Qualifikation für ihr Studium betrachten, hängt nicht von Geschlecht, Studiengang oder Vorbildung ab.



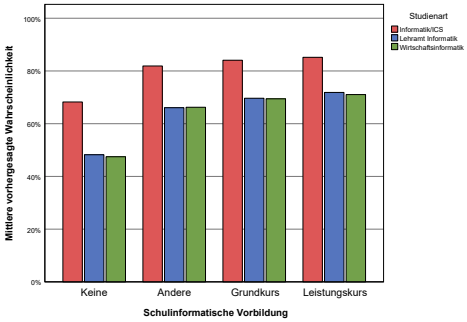


Abb. 6: Qualifikation: kann logisch denken

Allerdings schätzen WINF- und Lehramtsstudierende die Fähigkeit zum logischen Denken und den Spaß an komplizierten Problemen seltener als Qualifikation für ihr Studium (siehe

Abb. 5 und 6). Die Wahrscheinlichkeit, mathematische Fähigkeiten als Qualifikation für das Studium anzusehen, ist für Absolvent:innen eines Oberstufenkurses etwa doppelt so hoch und bei Frauen doppelt so hoch wie bei Männern.

3.4 Gründe für Wahl des Studienortes

Die Gründe, die zur Wahl der Universität Potsdam als Studienort geführt haben, unterscheiden sich deutlich nach Studiengängen und schulinformatischer Vorbildung (siehe Tab. 3):

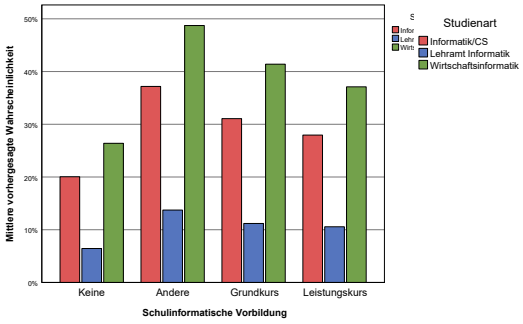


Abb. 7: Standortfaktor:
Gute Ausstattung des Instituts

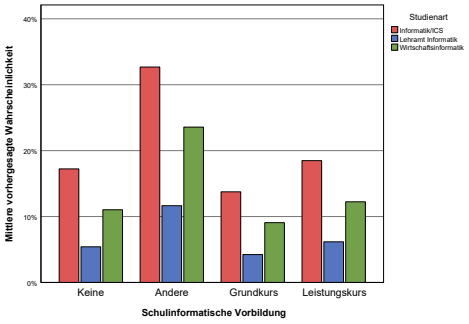


Abb. 8: Standortfaktor:
Konzeption des Studienganges

Für WINF-Studierende ist die Attraktivität von Stadt und Umgebung seltener relevant (siehe Abb. 10), während für Lehramtsstudierende die Ausstattung des Instituts und die Konzeption des Studienganges seltener relevant sind (siehe Abb. 7 und 10). Freunde, die am selben Ort studieren, spielen bei Lehramtsstudierenden gut dreimal wahrscheinlicher eine Rolle als bei ICS-Studierenden. Die relative Wahrscheinlichkeit, Tradition und Ruf der Hochschule als Grund für die Standortwahl anzugeben, ist bei WINF-Studierenden gut zweimal und bei Lehramtsstudierenden knapp dreimal höher als bei ICS-Studierenden.

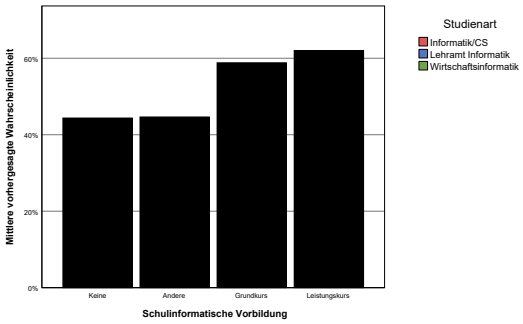


Abb. 9: Standortfaktor:
Nähe zum Heimatort

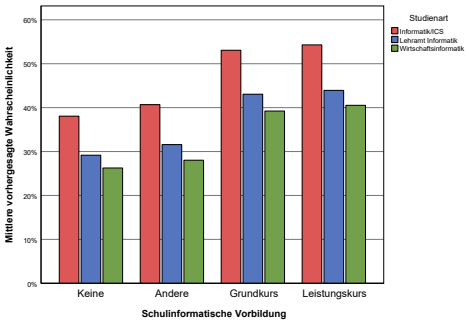


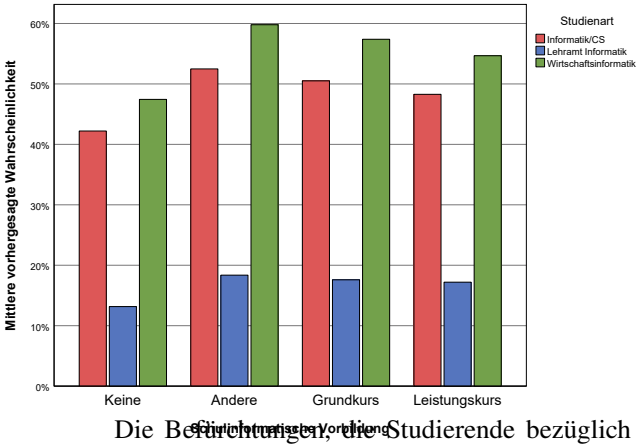
Abb. 10: Standortfaktor:
Attraktivität von Stadt und Umgebung

Die Nähe zum Heimatort sowie die Attraktivität von Stadt und Umgebung spielen für Absolvent:innen eines Informatik-Oberstufenkurses eher eine Rolle[9] (siehe Abb. 9 und 10). Die Ausstattung des Instituts ist eher für Absolvent:innen eines GK und Studierende mit anderer Vorbildung relevant (siehe Abb. 7). Auffällig ist, dass die Konzeption des Studienganges nur für Studierende mit anderer Vorbildung eher eine Rolle spielt (siehe Abb. 8); allerdings ist dieser Zusammenhang nur schwach signifikant (siehe Tab. 3).

Die Gründe für die Wahl des Studienortes sind weitestgehend unabhängig vom Geschlecht (siehe Tab. 3). Lediglich die Ausstattung des Instituts ist für Frauen knapp doppelt so häufig und das künftige soziale Umfeld gut halb so oft relevant als für Männer. Gute und bekannte Professoren im Fachgebiet sind kein entscheidender Grund für die Standortwahl (n = 16).

3.5 Erwartungen und Befürchtungen

Die Vorstellungen, die Studierende zu Beginn von ihrem Studium haben, sind weitestgehend unabhängig von Geschlecht, schulinformatischer Vorbildung und Studiengang (siehe Tab. 3). Eine Ausnahme bildet dabei die Erwartung, im Studium viel Mathematik zu lernen: Lehramts- und WINF-Studierende erwarten nur etwa halb so oft viel Mathematik in ihrem Studium wie ICS-Studierende. Nur wenige Studierende hatten die Erwartung, dass sie im Studium viele Referate halten werden (n = 12).



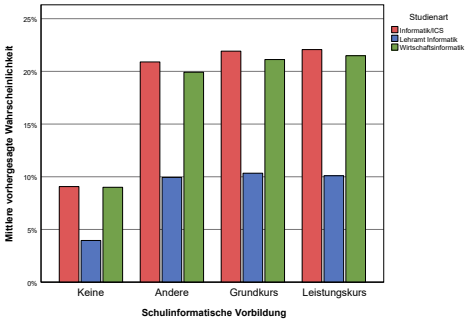


Abb. 12: Befürchtungen: keine

Die Befürchtungen, die Studierende bezüglich ihrer Studienentscheidung haben, sind unabhängig vom Geschlecht (siehe Tab. 3). Die Befürchtungen, möglicherweise am falschen Ort zu studieren, falsche Vorstellungen zu haben oder später arbeitslos zu sein, sind darüber hinaus unabhängig von der schulinformatischen Vorbildung und vom Studiengang (siehe Tab. 3). Im Allgemeinen nehmen die Befürchtungen – insbesondere in Bezug auf die Schwierigkeit des begonnenen Studiums – mit steigenden Vorkenntnissen ab (siehe Abb. 11 und 12). Lehramtsstudierende haben mit höherer Wahrscheinlichkeit Befürchtungen als WINF- und ICS-Studierende (siehe Abb. 11 und 12).

[9] Der Studiengang hatte keinen signifikanten Einfluss den Standortfaktor *Nähe zum Heimatort* (siehe Tab. 3).

4 Diskussion

Interpretation Studienwahlmotive von Studierenden informatiknaher Studiengänge sind zwar von ihren Vorkenntnissen und dem Studiengang, aber weitestgehend nicht vom Geschlecht abhängig. Letzteres entspricht den neueren Befunden von [AS22].

WINF-Studierende wählen ihr Fach eher wegen guter Aussichten auf einen sicheren Arbeitsplatz oder eine Führungsposition und weniger wegen fachlicher Fähigkeitsüberzeugungen oder Interessen. Dies sollte bei der Planung von Lehrveranstaltungen bedacht werden. Bei den Studierenden, die sich bisher für ein Lehramtsstudium entscheiden, spielen die fachliche Fähigkeitsüberzeugung und die Einkommenschancen eine untergeordnete Rolle. Weitere Untersuchungen wären notwendig, um herauszufinden, wie auch Personen für ein Lehramtsstudium angesprochen werden können, bei denen ebendiese Motive stärker ausgeprägt sind. Auch die Konzeption des Studienganges und die Ausstattung sind für Lehramtsstudierende bei der Studienwahl weniger ausschlaggebend. Investitionen in diese Bereiche werden also allenfalls die Studienzufriedenheit steigern. Das soziale Umfeld ist für Lehramtsstudierende von zentraler Bedeutung. Maßnahmen, welche die soziale Eingebundenheit während des Studiums fördern, erscheinen daher besonders zielführend. Empfehlungen von Freunden und Bekannten sind für Studierende aller drei Studiengänge gleichermaßen relevant. Es ist also davon auszugehen, dass Verbesserungen der Studiensituation erst nach einigen Semestern Wirkungen entfalten (*wenn es sich herumgesprochen hat*). Auffällig ist, dass für Lehramtsstudierende ein fester Berufswunsch, die Nähe zum Heimatort, das Fachinteresse, der Spaß an komplizierten Problemen und gute Aussichten auf einen sicheren Arbeitsplatz ähnlich relevant sind wie für ICS-Studierende. Dies deckt sich nicht mit den Erkenntnissen, zu denen [GB21] beim generellen Vergleich von Lehramtsstudiengängen mit anderen Studienganggruppen gelangt ist und ist eine Besonderheit des Informatiklehramtsstudiums.

Bei Studierenden ohne schulinformatische Vorbildung ist das Fach eher eine Ausweichlösung und sie wählen es weniger aufgrund fachlicher Fähigkeitsüberzeugungen oder Interessen. Hier könnten niederschwellige Unterstützungsangebote das Fachinteresse und ihre Selbstwirksamkeitserwartung steigern. Absolvent:innen eines Informatik-Oberstufenkurses entscheiden sich eher für eine Hochschule in der Nähe ihres Heimatortes. Für die Hochschulen bleibt daher die Frage, wie sie Absolvent:innen aus anderen Bundesländern rekrutieren können. Bezüglich der abgefragten Vorstellungen, welche Studierende potenziell zu Beginn von ihrem Studium haben, waren keine Abhängigkeiten von Geschlecht, schulinformatischer Vorbildung oder Studiengang festzustellen. Die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Befürchtungen nimmt mit steigender Vorbildung ab und ist bei Lehramtsstudierenden höher. Diese Gruppen könnten besonders von einer Studienberatung profitieren.

Einschränkungen Obschon der Stichprobenumfang als relativ hoch einzuschätzen ist, wird die Repräsentativität der Stichprobe durch Selbstselektion geschmälert. Rückschlüsse auf die Grundgesamtheit sind daher nur in eingeschränktem Maße zulässig. Es ist überdies nicht gesichert, inwieweit sich die Ergebnisse auf andere Hochschulen übertragen lassen, da

an der Universität Potsdam aufgrund der geringen Studierendenzahlen (insbesondere im Lehramt) und einem speziellen Studienangebot mit mathematisch-naturwissenschaftlichem Anwendungsbezug (ICS) eine besondere Situation herrscht.

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu beachten, dass Studienerwartungen und -wahlmotive von zahlreichen weiteren Faktoren beeinflusst werden [IWH19] und unterschiedlich stark gewichtet sein können. Aufgrund der dichotomen Skalierung des Messinstruments konnte nicht erfasst werden, *wie* relevant bestimmte Aspekte bei der Studienwahl gewesen sind. Für die Bildung der Kategorien des Prädiktors *schulinformatische Vorbildung* wurden nur Programmiervorkenntnisse und der Informatikunterricht der Oberstufe berücksichtigt. Studierende können aber auch Vorkenntnisse im Unter-/Mittelstufenunterricht, fächerübergreifenden Unterricht oder außerhalb des Unterrichts (Berufsausbildung, Hobby, etc.) erlangt haben. Allerdings hatte in einer Untersuchung von [Ka21] lediglich der Informatikunterricht der Oberstufe einen wesentlichen Einfluss auf die informatischen Vorkenntnisse.

Insgesamt ist die Konstruktvalidität nicht gut einzuschätzen, weil die Primärquelle des Fragebogens nicht mehr verfügbar ist. Darüber hinaus wird an einigen Auswahloptionen das Alter des Befragungsinstruments sichtbar. Dieses wurde nicht adaptiert, um eine zusammenhängende Interpretation der Daten zu ermöglichen. Allerdings stimmen die Items trotz ihres Alters und der mangelnden theoretischen Fundierung in weiten Teilen mit dem von [GB21] verwendeten moderneren Messinstrument überein. Für die neue Version des Fragebogens, die ab 2023 verwendet wird, wurden systematisch neue Items ermittelt. Unter anderem wurden Fragen zur außerschulischen Vorbildung und fächerübergreifendem Unterricht aufgenommen, die Auswahloptionen nach dem Vorbild von [GB21] aktualisiert und die dichotome Skalierung wo möglich durch eine Rating-Skala ersetzt.

Ausblick Die Langzeitstudie wird mit der überarbeiteten Version des Fragebogens fortgesetzt. Ziel ist, den bestehenden Modellen schrittweise weitere Prädiktoren hinzuzufügen und zu überprüfen, ob sich die Güte und Varianzaufklärung der Modelle dadurch signifikant verbessern. Aus hochschulstrategischer Perspektive wäre es weiterhin erstrebenswert, Trends, Generationeneffekte sowie Vergleiche vor und nach Pandemie modellieren zu können. Dies ist bislang wegen zu geringer Rücklaufquoten in manchen Jahren (siehe Tab. 1) nicht sinnvoll möglich gewesen. Es ist also entscheidend, dass die Rücklaufquoten hoch bleiben.

Auf Basis der vorgestellten Ergebnisse können wir die Heterogenität der Ziele und Erwartungen von Studierenden bereits jetzt schon besser einschätzen und diese bei der Gestaltung und Bewerbung von Studiengängen sowie der Betreuung von Studierenden adäquater berücksichtigen. Beispielsweise könnten Strategien erarbeitet werden, um die Attraktivität des Informatiklehramtsstudiums für bestimmte Personengruppen zu steigern. Um informatiknahe Studiengänge weiterzuentwickeln, muss dabei nicht unbedingt auf die Ziele von Studierenden eingegangen oder ihren Erwartungen entsprochen werden. Es lohnt sich, Überlegungen anzustellen, wie mit diesen Heterogenitätsdimensionen umgegangen werden soll, um auch langfristig eine hohe Qualität der Hochschullehre zu gewährleisten.

	Vorhergesagte Variable	Modell	Geschl.	Studiengang		Schulinformatische Vorbildung		
				Lehramt	WINF	Andere	GK	LK
Gründe für Studienwahl	Ausweichlösung, da N. C. auf Wunschfach	<.001***	.144	.177	.520	.051	.004**	.001***
	Gute Aussichten auf eine Führungsposition	<.001***	.259	.109	<.001***	.613	.957	.710
	Gute Aussichten auf sicheren Arbeitsplatz	<.001***	.597	.136	<.001***	.326	.552	.082
	Vielfalt der beruflichen Möglichkeiten	<.001***	.116	<.001***	.231	.123	.044*	.211
	Fester Berufswunsch	<.001***	.043*	.952	.006**	.007**	<.001***	<.001***
	Einkommenschancen im Beruf	<.001***	.338	<.001***	.433	.936	.564	.847
	Interesse am Fach	<.001***	.400	.570	<.001***	.005**	<.001***	.004**
	Eigene Begabung und Fähigkeiten	<.001***	.074	.003**	<.001***	<.001***	<.001***	<.001***
	Spezielle Fachkenntnisse	.013*	—	—	—	.053	.020*	.010*
Informationsq.	Hörensagen (Freunde, Bekannte, usw.)	.025*	.293	.064	.062	.058	.006**	.004**
	Broschüren über Studienmöglichkeiten	*.009***	*.018**	*.112*	*.656*	*.996*	*.001****	*.080*
	Informationsveranstaltung der Hochschule	.002**	.638	.084	.211	.668	.001***	.005**
	Internetangebot	.101	—	—	—	—	—	—
	Zentrale Studienberatung	.024*	.404	.080	.276	.117	.688	.373
	Beratung durch Lehrer	<.001***	—	.025*	.338	.272	.106	.001**
	Beratung durch Arbeitsamt	—	—	—	—	—	—	—
Qualifikationen	habe Spaß an komplizierten Problemen	<.001***	.573	.243	.015*	<.001***	<.001***	<.001***
	Interesse an den gesellsch. Auswirkungen	.619	—	—	—	—	—	—
	arbeite gerne im Team	.604	—	—	—	—	—	—
	kann mit elektron. Schaltungen umgehen	<.001***	.040*	.069	.077	.157	.075	.024*
	kann logisch denken	<.001***	.581	.006**	<.001***	.028*	<.001***	.003**
	besitze einen PC	.207	—	—	—	—	—	—
	bin gut in Mathematik	.005**	.005**	.200	.542	.319	<.001***	.006**
	arbeite gerne alleine	.089	—	—	—	—	—	—
	kann programmieren	<.001***	<.001***	<.001***	.142	*<.001****	*<.001****	*<.001****

Tab. 2: Signifikanzwerte der Regressionsmodelle und Prädiktoren

	Vorhergesagte Variable	Modell	Geschl.	Studiengang		Schulinformatische Vorbildung		
				Lehramt	WINF	Andere	GK	LK
Standort	Besonderheiten (Lehramt, spez. Nebenfächer, . . .)	<.001***	<.001***	*.155*	*.050*	.006**	.006**	.668
	Freunde, die auch in Potsdam studieren	<.001***	.001***	.017*	.896	.429	.894	.316
	Empfehlungen von Freunden, Bekannten, . . .	.730	—	—	—	—	—	—
	Nähe zum Heimatort	.036*	.229	.765	.646	.968	.018*	.025*
	Attraktivität von Stadt und Umgebung	.002**	.714	.151	.007**	.796	.016*	.041*
	Vielfalt der Vertiefungsmöglichkeiten	<.001***	—	.997	.801	.385	.097	.227
	Gute Ausstattung des Instituts für Informatik	<.001***	.046*	.001***	.066	.005**	.003**	.067
	Konzeption des Studienganges	.005**	.412	.017*	.083	.024*	.654	.662
	Gute und bekannte Professoren im Fachgebiet	—	—	—	—	—	—	—
	Tradition und Ruf der Hochschule	.011	.170	.004**	.006**	.906	.084	.397
Allg. Erwartungen	Viele komplizierte Sachverhalte verstehen lernen	.518	—	—	—	—	—	—
	Viel in Gruppen arbeiten	.042*	.285	.596	.009**	.356	.587	.104
	Viele schriftliche Ausarbeitungen anfertigen	.369	—	—	—	—	—	—
	Viel Zeit in Elektroniklabors verbringen	.152	—	—	—	—	—	—
	Viel Zeit am Bildschirm verbringen	.390	—	—	—	—	—	—
	Viele Fakten lernen	.153	—	—	—	—	—	—
	Viele Referate halten	—	—	—	—	—	—	—
	Viele Bücher lesen	.980	—	—	—	—	—	—
	Viel Mathematik lernen	<.001***	.049*	.007**	.002**	.005**	.420	.119
	Viel programmieren	.534	—	—	—	—	—	—
Befürcht.	Ich könnte am falschen Ort studieren.	.350	—	—	—	—	—	—
	Ich könnte später arbeitslos sein.	.593	—	—	—	—	—	—
	Ich könnte falsche Vorstellungen haben.	.616	—	—	—	—	—	—
	Das Studium könnte zu schwierig für mich sein.	<.001***	.098	.002**	.831	.015*	.001***	.003**
	keine	.013*	.492	.047*	.925	.044*	.008**	.027*

Tab. 3: Signifikanzwerte der Regressionsmodelle und Prädiktoren (Fortsetzung)

Literatur

[AS22] Acilar, A.; Sæbø, Ø.: Exploring Students' Motivations in Choosing to Study Information Systems: Is There a Gender Difference? A Survey Study in Norway. VINE Journal of Information and Knowledge Management Systems AoP/2022, 2022.

[GB21] Göller, R.; Besser, M.: Studienwahlmotive von Bewerberinnen und Bewerbern auf ein Lehramtsstudium und auf andere Studiengänge. Zeitschrift für Pädagogische Psychologie 0/2021, S. 1–17, 2021.

[HHS22] Heublein, U.; Hutzsch, C.; Schmelzer, R.: Die Entwicklung der Studienabbruchquoten in Deutschland. DZHW Brief 05/2022, 2022.

[HW11] Heublein, U.; Wolter, A.: Studienabbruch in Deutschland. Definition, Häufigkeit, Ursachen, Maßnahmen. Zeitschrift für Pädagogik 57/2011, S. 214–236, 2011.

[IWH19] Isleib, S.; Woisch, A.; Heublein, U.: Ursachen des Studienabbruchs: Theoretische Basis und empirische Faktoren. Z Erziehungswiss 22/5, S. 1047–1076, 2019.

[Ka21] Kastens, U.; Paech, B.; Spiliopoulou, M.; Thorbrügge, C.; Wolf, K.: Vorkenntnisse von Informatik-Studierenden in Deutschland, Techn. Ber., FTI-Studienkommission, 2021.

[Ló12] López-Bonilla, J. M.; Barrera Barrera, R.; Rodríguez Serrano, M. Á.; López-Bonilla, L. M.; Palacios Florencio, B.; Reyes Rodríguez, M. C.; Sanz Altamira, B.: Reasons Which Influence on the Students' Decision to Take a University Course: Differences by Gender and Degree. Educational Studies 38/3, S. 297–308, 2012.

[Mo14] Moons, K. G. M.; de Groot, J. A. H.; Bouwmeester, W.; Vergouwe, Y.; Mallett, S.; Altman, D. G.; Reitsma, J. B.; Collins, G. S.: Critical Appraisal and Data Extraction for Systematic Reviews of Prediction Modelling Studies: The CHARMS Checklist. PLOS Medicine 11/10, S. 1–12, 2014.

[Pe96] Peduzzi, P.; Concato, J.; Kemper, E.; Holford, T. R.; Feinstein, A. R.: A Simulation Study of the Number of Events per Variable in Logistic Regression Analysis. Journal of Clinical Epidemiology 49/12, S. 1373–1379, 1996.

[RS06] Romeike, R.; Schwill, A.: „Das Studium könnte zu schwierig für mich sein" – Zwischenergebnisse einer Langzeitbefragung zur Studienwahl Informatik. In (Forbrig, P.; Siegel, G.; Schneider, M., Hrsg.): HDI 2006: Hochschuldidaktik der Informatik. Gesellschaft für Informatik e. V., Bonn, S. 37–49, 2006.

[SF14] Skatova, A.; Ferguson, E.: Why Do Different People Choose Different University Degrees? Motivation and the Choice of Degree. Frontiers in Psychology 5/2014, S. 1–15, 2014.

[St23] Statistisches Bundesamt: 6,5 % weniger Studienanfängerinnen und -anfänger in MINT-Fächern im Studienjahr 2021 [Pressemitteilung], Jan. 2023, Stand: 12. 05. 2023.

Über die Curriculumwerkstatt zum Curriculum. Betrachtung anhand eines neuen Studiengangs an der Schnittstelle zwischen Künstlicher Intelligenz und Ingenieurwissenschaften

Anke Manukjan[1], Michelle Ines Bieber[2], Johannes Schleiss[3]

Abstract: Bei der kompetenzorientierten Entwicklung und Gestaltung neuer Studiengänge sind verschiedene Prozesse zu durchlaufen, die auf unterschiedliche Weise unterstützt werden können. In diesem Beitrag soll die Curriculumwerkstatt als eine Form der Unterstützung mit stark partizipativem und integrierendem Charakters thematisiert werden. Der Beitrag beschäftigt sich mit der Methode der Curriculumwerkstatt zur Entwicklung eines innovativen Studiengangs an der Schnittstelle von Künstlicher Intelligenz und Ingenieurwissenschaften. Der Fokus liegt auf dem partizipativen Entwicklungsprozess des Curriculums mithilfe von Curriculumwerkstätten. Es werden der Zwischenstand des Prozesses der Studiengangentwicklung dargestellt, ein Einblick in die einzelnen Werkstätten gegeben und auf Erfahrung und Evaluationsergebnissen aufbauend Anpassungsprozesse vorgestellt. Der Beitrag soll anhand des Fallbeispiels Anregung zur intensiven Integration der Curriculumwerkstatt in den Entwicklungsprozess von interdisziplinären Studiengängen geben.

Keywords: Curriculumentwicklung; Curriculumwerkstatt; interdisziplinäre Studiengangentwicklung; Kompetenzorientierung

1 Einleitung

Die Entwicklung eines neuen Studiengangs bietet die Möglichkeit, Prozesse komplett neu zu denken und zu gestalten, Schnittstellen zu schaffen und zum Umdenken von Lehren und Lernen anzuregen. Bei der Entstehung des einzigartigen Studiengangs „AI Engineering – Künstliche Intelligenz in den Ingenieurwissenschaften“ (im Folgenden nur AI Engineering) sollten vor dem Hintergrund der kompetenzorientierten Studienganggestaltung die strukturellen und inhaltlichen Besonderheiten des Studiengangs berücksichtigt werden. Zu diesen Besonderheiten gehören neben der inhaltlichen Ausrichtung des Studiengangs an der Schnittstelle von Künstlicher Intelligenz und Ingenieurwissenschaften (eine starke Interdisziplinarität), die Entstehung, Umsetzung und Durchführung des Studiengangs an fünf Hochschulen. Darüber hinaus ist eine studierendenzentrierte und gleichzeitig industrienahe, projektorientierte Ausrichtung ein besonderes Charakteristikum des Studiengangs. Um das

[1] Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg, Deutschland anke.manukjan@ovgu.de
[2] Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, michelle.bieber@ovgu.de
[3] Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, johannes.schleiss@ovgu.de

Ziel der Neuentwicklung und der Synthese der Fachgebiete zu erreichen, war es notwendig, eine verschiedene Disziplinen inkludierende und Ideen fördernde Methode der Curriculumentwicklung zu wählen, die nicht von bestehenden Leitbildern und Ausbildungsstandards oder vergleichbaren Studiengängen abhängt. Daher wurde die partizipative Methode der Curriculumwerkstatt als Methode zur Entwicklung gewählt (vgl. [Sc12, WW17]).

Im Rahmen dieses Beitrags stellen wir den partizipativen Entstehungsprozess des Curriculums mit Hilfe der Methode der Curriculumwerkstatt vor. Wir geben einen Einblick in die Vorgehensweise der einzelnen Werkstätten, stellen Anpassungsprozesse vor und legen Optimierungsversuche und –bestrebungen der Methode mithilfe der gemachten Erfahrungen sowie der Ergebnisse aus Befragungen der am Prozess Beteiligten offen.

2 Kompetenzorientierte Studiengangentwicklung

Die kompetenzorientierte[4] Gestaltung von Studiengängen ist ein wesentliches Element der Bologna-Reform und demnach sowohl bei der Veränderung bereits bestehender als auch der Entwicklung neuer Studiengänge mitzudenken und als Forderung im Rahmen der Akkreditierungsverfahren einzuhalten [Sc12, S. 37]. Eine kompetenzorientierte Gestaltung beinhaltet, dass den Studierenden nicht nur Kenntnisse in den vier Zielaspekten von Hochschulbildung (Arbeitsmarktfähigkeit, wissenschaftliches Denken und Arbeiten, Persönlichkeitsentwicklung, gesellschaftliche Teilhabe), sondern auch Fähigkeiten zum Handeln vermittelt werden [Sc12, S. 8]. Die verschiedenen Elemente der kompetenzorientierten Studiengang- und Curriculumentwicklung (z.B. Konzeption des Studiengangs, der Module, der Veranstaltungen inkl. Prüfungen) sollen dabei unterstützen, ein systematisches Vorgehen zu verfolgen, um die verschiedenen Lehr-Lerninhalte aufeinander aufzubauen und miteinander zu verknüpfen. Es gibt bereits verschiedene Konzepte zur Entwicklung von Studiengängen und somit des Curriculums (z.B. [GSW18, Ke16, Sc12, O'15, We16]).

Die Gestaltung des Curriculums beginnt in der Regel mit einer Analyse des Kontextes, in den das Curriculum eingebettet ist. Dabei werden die Bedürfnisse und Anforderungen der Lernenden, der Institution und der Gesellschaft berücksichtigt. Im nächsten Schritt werden die Lernziele und -ergebnisse festgelegt und geeignete Lehrmethoden und -materialien ausgewählt. Anschließend wird das Curriculum umgesetzt und evaluiert, um sicherzustellen, dass die gesteckten Ziele erreicht werden. Es ist ein iterativer, kontinuierlicher und reflexiver Prozess, der auf die ständige Verbesserung und Anpassung des Curriculums ausgerichtet ist.

Schaper et al. [Sc12] zeigen Grundprinzipien der kompetenzorientierten Curriculumentwicklung auf und stellen verschiedene Möglichkeiten der Studiengang- und Curriculumentwicklung vor, die sich sowohl auf einen theoretisch fundierten als auch auf einen praxisgeleiteten Ansatz beziehen. Nach Ansicht der Autoren gibt es drei verschiedene Wege der Curriculumentwicklung. Erstens, die Verwendung von bereits bestehenden Leitbildern

[4] Dabei fungieren Kompetenzen nach einer Zusammenfassung von Klein & Weiß [We16, S. 4] als „Wissen, Fähigkeiten und Einstellungen, die in konkreten Situationen angewendet werden, um erfolgreich zu agieren".

und Ausbildungsstandards oder Kompetenzprofilen. Zweitens, die Befragung von Absolventen vergleichbarer Studiengänge und fachspezifische Arbeitgeber und drittens partizipative Methoden für die Entwicklung neuartiger und nicht vergleichbarer Studiengänge.

Die Methode Curriculumwerkstatt stellt eine solche partizipative Methode der Curriculumentwicklung dar. Sie verknüpft dabei „Ziele und Ansprüche einer partizipativen curricularen Studiengangentwicklung mit verschiedenen Organisationsentwicklungsaspekten“ [WW17, S. 339f.]. Im Rahmen der Entwicklung neuer Studiengänge kann die Curriculumwerkstatt dabei helfen, den Prozess zu strukturieren und gemeinsam zu gestalten. Sie bietet einen Raum für direkte Kommunikation und ermöglicht den Austausch verschiedener am Prozess beteiligter Akteure und deren Kennenlernen [WW17, S. 343f.],[GSW18, S. 2]. Dies ist besonders relevant im Kontext der Curriculumsentwicklung von interdisziplinären und neuartigen Studiengangprofilen.

3 Methodische Umsetzung und Durchführung der Curriculumwerkstätten

Ausgangspunkt für die Durchführung der Curriculumwerkstätten war die Entstehung eines komplett neuen Studiengangs, der in Kooperation von fünf Hochschulen aktuell umgesetzt wird und für den gemeinsam ein neues Curriculum entwickelt werden sollte. Eine Besonderheit bestand darin, dass die Methode der Curriculumwerkstatt nicht nur als ergänzendes Feedback zu verschiedenen Gestaltungsschritten des Curriculums gesehen werden sollte, sondern einen wesentlichen Teil des Entwicklungsprozesses darstellt.

3.1 Ein Modell als Ausgangspunkt für die Gestaltung der Curriculumwerkstätten

Auf Basis der bereits bestehenden Modelle zur Studiengangentwicklung (s. Kap. 2 [GSW18, We16, Ke16]) wurde ein Gesamtmodell für die Entwicklung und Umsetzung des Curriculums erstellt (s. Abb.1).

Abb. 1: Fünf Phasen der Curriculumentwicklung

Das Modell umfasst fünf Phasen, welche für die Curriculumentwicklung von Bedeutung sind:

1 Verstehen Der Prozess beginnt mit der Phase **„Verstehen“**. Hierbei geht es darum, aktuelle Probleme zu identifizieren, auf die der Studiengang eine Antwort sein soll, sowie allgemeine Bedarfe herauszustellen. Wie werden die Themen des Studiums aktuell umgesetzt, welche Anforderungen und Erwartungen werden an spätere Absolvent*innen gestellt, was sind mögliche berufliche Tätigkeitsfelder? Die Auseinandersetzung mit diesen Fragen soll eine

gemeinsame Grundlage für die weitere Entwicklung des Curriculums bieten und zentrale Inhalte herausstellen.

2 Bestimmen In der zweiten Phase, **„Bestimmen“**, stehen mit dem Fokus auf das Absolvent*innenprofil Fragen wie „Was soll der/die Absolvent*in am Ende des Studiums können?“ und „Wie werden die Learning Outcomes des Studiums definiert?“ im Vordergrund. Qualifikationsziele des Studiengangs werden festgelegt und somit die thematischen Schwerpunkte des Curriculums definiert. Das Ziel ist die Erarbeitung eines Kompetenzprofil, welches die konkreten Kompetenzziele des Studiengangs beinhaltet.

3 Entwickeln Die dritte Phase, **„Entwickeln“**, fokussiert die konkrete Überführung der aus Phase 1 und Phase 2 entwickelten Erkenntnisse in einen Modulkatalog. In welche Module lässt sich der Studiengang auf Basis des Kompetenzprofils sinnvoll strukturieren, was sollen Studierende nach Durchlaufen einzelner Module in der Lage sein zu tun? Wie können die einzelnen Module aufeinander aufbauen, welche Anordnung ist sinnvoll? Mit diesen drei Phasen ist die Struktur des Curriculums festgelegt.

4 Umsetzen Im Übergang von Phase 3 zu Phase 4, **„Umsetzen“**, können entsprechend der Modulbeschreibungen die tatsächlichen Lehrveranstaltungen entwickelt und konkrete Lehr-/Lernaktivitäten und Prüfungsformen im Sinne des Constructive Alignment ([WW11]) definiert werden. Hierbei ist auch der Gesamtblick auf das Studium zu berücksichtigen. Sind alle Bereiche des Kompetenzprofils abgebildet und sinnvoll im Studienverlauf berücksichtigt, ist die Studierbarkeit gewährleistet. Anschließend folgt die Implementierung des Studiengangs.

5 Sichern Mit der Implementierung beginnt auch die letzte Phase **„Sichern“**. Durch geeignete Evaluationsmaßnahmen kann das Curriculum in seiner Umsetzung geprüft werden. Hierbei können Befragungen unter den Studierenden, aber auch den Lehrenden des Studiengangs hilfreich sein. Erkenntnisse aus der Evaluation, gerade in Bezug auf Reakkreditierung und sich wandelnde Anforderungen des Arbeitsmarktes, können zu einem erneuten Durchlaufen einzelner Phasen führen. In jeder dieser Phasen sind (Curriculum-)Werkstätten vorgesehen, um den Prozess zu gestalten.

3.2 Durchführung der Curriculumwerkstätten im Rahmen des Bachelor-Studiengangs AI Engineering

Das beschriebene Phasenmodell wurde anhand des Bachelor-Studiengangs AI Engineering im Rahmen mehrerer Curriculumwerkstätten (CWs) umgesetzt. Da in diesem Kontext aktuell noch die Phase 4 durchlaufen wird, bildet dieser Beitrag einen Zwischenstand ab, der die Phasen 1–3 des Modells (s. Abb. 1), welche mit der Entwicklung der Modulmatrix den Kern des Curriculums abbilden, berücksichtigt.

Gesamtablauf Insgesamt wurden von der Problemidentifikation in Phase 1 bis zur Entwicklung der Modulmatrix in Phase 3 zehn CWs im Zeitraum von etwa sechs Monaten umgesetzt. Zunächst war für die Umsetzung jeder Phase eine CW angedacht, jedoch von Anfang an Raum

für die flexible Gestaltung und Anpassung des Konzepts vorgesehen. Abb. 2 veranschaulicht, die bereits in Abb. 1 beschriebenen Phasen ergänzt um die CWs, die für die Umsetzung der einzelnen Phasen am Ende nötig waren. Dabei steht jede Nummer für eine CW.

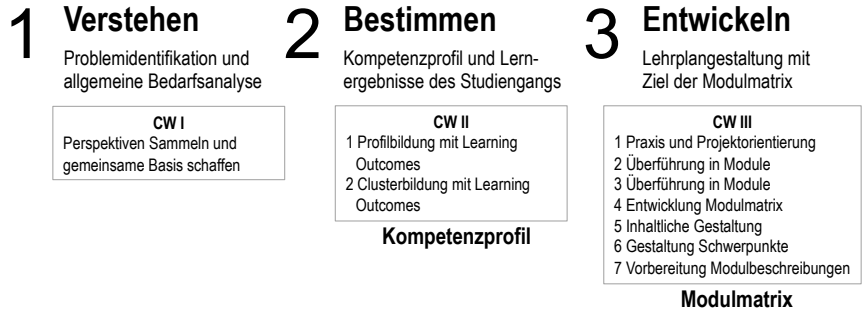


Abb. 2: Umsetzung der ersten drei Phasen in Curriculumwerkstätten

Nach Umsetzung der Phase 1 „Verstehen“ im Rahmen einer CW, wurde die zweite Phase „Bestimmen“, die das Kompetenzprofil als Ziel hatte, mittels zwei CWs umgesetzt. In CWII-1 stand die zentrale Frage im Vordergrund, welche Fähigkeiten und Kompetenzen Absolvent*innen am Ende ihres Studiums beherrschen sollten. Die gemeinsame Erarbeitung ermöglichte eine klare Profilbildung für den Studiengang, die auf zwei großen Kompetenzbereichen basierte. In CWII-2 wurden diese Bereiche erneut aufgegriffen und präzisiert, was zu verschiedenen Themenclustern führte, die als Grundlage für die Entwicklung des Kompetenzprofils dienten. Dieses Profil wurde außerhalb der Workshops weiterentwickelt und in den nachfolgenden Workshops verwendet, um in der dritten Phase die Modulmatrix zu gestalten[5].

In der dritten Phase „Entwickeln“ wurden neben der konkreten Gestaltung der Modulmatrix verschiedene Themen, die für die Entwicklung der einzelnen Module wichtig waren, mitentwickelt. Um beispielsweise das für den Kontext des Studiengangs zentrale Thema der Praxis- und Projektorientierung zu fokussieren, wurde dieses in CWIII-1 aufgegriffen. Anschließend wurden im Rahmen der CWIII-2+3 von den Teilnehmenden mithilfe eines Baukastensystems verschiedene Studienablaufpläne in Gruppen entwickelt, auf Basis derer außerhalb der CWs die Modulmatrix zusammengestellt und in CWIII-4 weiter diskutiert und geprüft werden konnte. In CWIII-5-7 wurden abschließend die expliziten Inhalte weiter geschärft und gemeinsam ausgearbeitet.

Exemplarischer Ablauf einer Werkstatt Die CWs wurden von zwei Moderator*innen geleitet und durch einen Impulsvortrag unterstützt. Bei den Teilnehmenden handelte es sich ausschließlich um Projektbeteiligte (Professor*innen und Wissenschaftliche Mitarbeiter*innen) der fünf beteiligten Hochschulen[6]. Nach einer inhaltlichen Einführung

[5] Teile des erarbeiteten Kompetenzprofils sind in [Sc22] dargestellt.

[6] Im Schnitt haben 18 Personen an den CWs teilgenommen, die Termine wurden über vorherige Terminumfragen gesetzt, um möglichst vielen die Teilnahme zu ermöglichen, dabei wurde darauf geachtet, dass jede Hochschule bei den CWs vertreten war. Die Zielgruppe der Teilnehmenden blieb über die beschriebenen CWs hinweg die Gleiche. Aufgrund der standortübergreifenden Ausrichtung fanden die Werkstätten im Online-Format statt.

konzentrierte sich die Werkstatt auf Co-Creation in kleineren Untergruppen zu den jeweiligen Themen. Die Teilnehmenden arbeiteten online auf einer visuellen Kollaborationsplattform, die ein synchrones Arbeiten und Zusammenstellen der Ergebnisse ermöglichte. Im Anschluss an jede Werkstatt wurden die in Gruppen- oder Einzelarbeit entstandenen Ergebnisse durch die Organisator*innen kategorisiert, sortiert und so weiterbearbeitet, dass nach Möglichkeit ein neues Artefakt des Entwicklungsprozesses entstand. Zum Teil wurden Aufgaben zur Vor- oder Nachbereitung an die Teilnehmenden übergeben. Die CWs dauerten zu Beginn drei bis vier Stunden. Die Erfahrung sowie Rückmeldung durch die Beteiligten (s. auch 4 Ergebnisse) zeigte jedoch, dass eine kürzere Dauer von zwei Stunden zu vergleichbaren Ergebnissen führt, weswegen die CWs verkürzt wurden. Durch Fluktuation der Teilnehmendenzahl wurden die CWs so vorbereitet, dass sie unabhängig voneinander besucht werden konnten. Eine ausführliche Darstellung des zeitlichen und strukturellen Vorgehens der einzelnen CWs, deren Leitfragen und konkrete Arbeitsaufträge findet sich in [Bi].

4 Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Eine Einschätzung der Wirksamkeit der CWs ist anhand der Rückmeldung der Teilnehmenden im direkten Anschluss an die CWs sowie einer quantitativen Ex-post-Evaluation möglich. Im direkten Anschluss an die CWs[7] konnte bspw. das Feedback aufgenommen werden, dass eine kürzere Dauer für sinnvoll erachtet wird, ein Fokus auf bestimmte Themen gelegt werden und nicht zu viele Inhalte im Rahmen einer CW behandelt werden sollten. Diese Aspekte konnten im Rahmen der nächsten CWs aufgegriffen werden. Eine Frage nach dem Gesamtblick auf die CWs ergab, dass alle am Studiengang beteiligten Hochschulen abgeholt wurden und durch die CWs große Fortschritte in der Zusammenarbeit gemacht werden konnten. Auch die Verbesserung des Zeitmanagements sowie die effizientere Gestaltung des Arbeitsprozesses wurden positiv vermerkt.

Die Ex-post-Evaluation beinhaltete in erster Linie Fragen zur Durchführung und Methodik der CWs[8]. Die Durchführung der CWs wurde vom Großteil der Befragten sehr positiv bewertet[9]. 11 der 14 Befragten empfand die Arbeit in Kleingruppen hilfreich für den Ideenfindungsprozess (Werte 4 + 5 der Skala). Die Vorbereitung wurde von 13 der 14 Befragten als gut empfunden, die Nachbereitung jedoch nur von 10. Die Methode der CWs[10]

[7] Die Teilnehmenden der wurden im Rahmen der CWs in einem offenen Format mithilfe der Kollaborationssoftware um die Beantwortung von drei Fragen gebeten.

[8] Die schriftliche Befragung wurde mittels einer standardisierten Online-Erhebung umgesetzt. Es wurden alle Personen, die an mindestens einer der zehn CWs teilgenommen hatten, zur Befragung eingeladen. Von den 30 eingeladenen Personen nahmen 14 an der Befragung teil (Rücklaufquote 47%). Der Befragungszeitraum lief über drei Wochen. Die Mehrheit der 14 Teilnehmenden gab an, zur Gruppe der wissenschaftlichen Mitarbeiter*innen zu gehören, 3 waren Professor*innen. Dies entspricht in etwa auch der tatsächlichen Verteilung in den durchgeführten CWs. Die Hälfte ordnete sich dem Fachbereich der Informatik zu, die andere Hälfte dem Bereich Ingenieurwesen.

[9] Die Durchführung der CWs wurde durch acht Einzelitems anhand einer 5er Likert-Skala (1 „stimme überhaupt nicht zu“ bis 5 „stimme voll und ganz zu“) erfragt. Die Befragten wurden gebeten, möglichst ein Mittel der Workshops zu finden, an denen sie teilgenommen haben.

[10] Die Methode der CWs wurde durch acht Einzelitems erfragt.

wurde von den Befragten als hilfreich empfunden, um Ideen und Vorstellungen auszutauschen (Zustimmung von 12 der 13 Befragten), jedoch seltener hilfreich, um Formulierungen auszuarbeiten (Zustimmung von 6 der 13 Befragten) oder gemeinsame Festlegungen zu treffen (Zustimmung 8 von 13). Ein wesentliches Ziel, das mit der Methode der Curriculumwerkstatt im Rahmen der Studiengangentwicklung erreicht werden sollte, lag in der Erstellung des Kompetenzprofils sowie der Entwicklung der Modulmatrix. 11 bzw. 9 der 13 Befragten empfanden die Methode der Curriculumwerkstatt hilfreich zur Erreichung dieser Ziele.

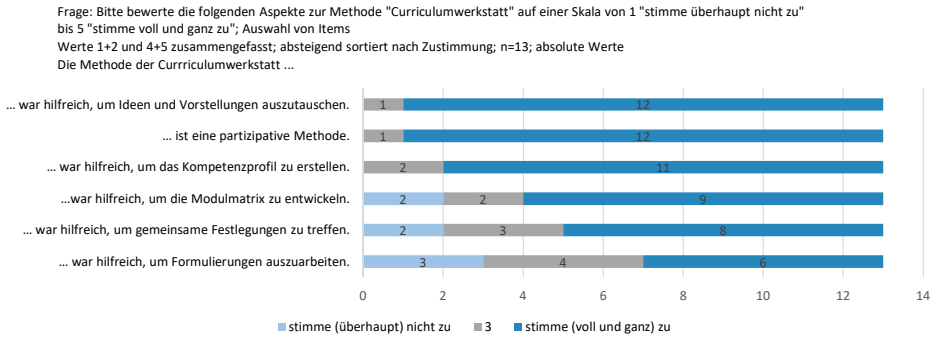


Abb. 3: Bewertung der Methode der Curriculumwerkstatt (Quelle: Ex-post Evaluation CW)

Zusätzlich wurden die Befragungsteilnehmenden in einem offenen Antwortformat gebeten, die Stärken und Schwächen der Curriculumwerkstatt als Methode zur interdisziplinären Curriculumentwicklung zu benennen. Es lässt sich herauslesen, dass es wichtig ist, Ziele und Möglichkeiten von Anfang an klar zu formulieren, um eine entsprechende Erwartungshaltung zu gewährleisten. Außerdem ist eine geeignete Gruppengröße, sowie eine angemessene Repräsentativität aller Interessensgruppen zu beachten. Als Stärke des Formats wird hervorgehoben, dass es sehr gut geeignet ist, um alle Beteiligten aktiv in den Entwicklungsprozess zu integrieren. Mithilfe der Methode wird sichergestellt, dass die Ergebnisse praxisnah und anwendungsorientiert sind. Überdies kann durch den intensiven Austausch auf die Komplexität des Vorhabens reagiert werden. Darüber hinaus wurde die strukturierte Vorgehensweise positiv hervorgehoben.

Der Großteil der Befragten (11 von 13) ist der Meinung, dass die Nutzung der Methode der Curriculumwerkstatt bei einer erneuten Erstellung eines interdisziplinären Studiengangs empfehlenswert wäre (Antwortkategorien „Ja, auf jeden Fall“ und „Ja, wahrscheinlich schon“). Nur zwei äußern, dass sie eher nicht empfehlenswert ist (Antwortkategorie „Nein, eher nicht“). Am Ende der CW-Reihe und somit dem Abschluss der ersten drei Phasen des Modells konnten die angedachten Ziele erreicht werden. Die Dauer der Entwicklung lag etwas über der zunächst angedachten Zeit. Aufgrund der interdisziplinären Gestaltung des Studiengangs waren verschiedene Interessensgebiete zu vereinen, weswegen zum Teil mehrere inhaltliche Schleifen gezogen wurden, um einen gemeinsamen Fokus zu schaffen und allen Interessen ausreichend Raum zu geben. Diese Flexibilität in der Ausgestaltung der einzelnen Phasen ist notwendig und als Gewinn einzuordnen. Eine Auseinandersetzung

mit dem interdisziplinären Spannungsfeld der Curriculumsentwicklung von AI Engineering und weitere Ergebnisse sind in [Sc23] dargestellt.

5 Fazit und Ausblick

Die vorliegende Beitrag konzentrierte sich auf die Relevanz der Methode der Curriculumwerkstatt für die Gestaltung des Curriculums eines neuen Studiengangs, der durch eine komplexe inhaltliche Ausprägung sowie die Verknüpfung verschiedener Beteiligter geprägt ist. Die durchgeführten CWs wurden auf Basis eines aus der Literatur entwickelten Modells durchgeführt. Das Hauptziel bestand darin, die erforderlichen (inhaltlichen) Grundlagen des Studiengangs zu erarbeiten und sie in ein zusammenhängendes Curriculum umzusetzen. Insgesamt umfassten die Ergebnisse der Durchführung das Profil des Studiengangs, ein Kompetenzprofil, Lernergebnisse und eine Modulmatrix. Die wesentlichen Erkenntnisse aus der Umsetzung der Curriculumentwicklung mit Hilfe der Methode der Curriculumwerkstatt lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Einbindung: Um alle Teilnehmenden in den Prozess einzubinden, hilft es in der Durchführung Transparenz schaffen, die Prozesse gut vor- und nachbereiten, offen gestalten und Erwartungen und Aufgaben klar zu formulieren. Eine Durchführung im Online-Format ist möglich und unterstützt trotz räumlicher Distanz die gemeinsame Erarbeitung und Dokumentation von Inhalten.

Flexibilität: Das Format sollte in der Ausgestaltung der Phasen sowie der konkreten Durchführung der einzelnen Werkstätten flexibel sein und sich nach den Bedürfnissen der Teilnehmenden richten [Bi]. Das Format ist sehr gut geeignet, um in den Austausch zu kommen, gemeinsam Ideen zu sammeln und zu bündeln, Teamgeist zu schaffen, Zusammenarbeit der Teilnehmenden über Fakultätsgrenzen und Hochschulgrenzen zu erleichtern. Die vorgegebene Struktur mit Raum für Flexibilität unterstützt im Besonderen eine interdisziplinäre Curriculumentwicklung [Sc23].

Ergebnisfindung: Weniger gut geeignet ist das Format für die Formulierung und Synthese konkreter Ergebnisse. Diese sollten außerhalb des Formats der CW formuliert und im Rahmen der CW diskutiert werden.

Aufwand: Eine interdisziplinäre Neuentwicklung eines Studiengangs bringt höheren Aufwand in Austausch und Erarbeitung mit sich als eine Entwicklung, die auf bestehenden Kompetenzprofilen aufbaut. Das Format der Curriculumswerkstatt kann gerade bei einer solchen Neuentwicklung eine geeignete Struktur bieten.

Aktuell erfolgt die Umsetzung (Phase 4, s. Abb. 1) des Studiengangs. Dazu wird zunächst eine Abstimmung der einzelnen Module des Curriculums mit den Lehrenden auf horizontaler Ebene (über die Semester hinweg) sowie auf vertikaler Ebene (eine Abstimmung der Inhalte eines Semesters) vorgenommen. Im nächsten Schritt wird der Studiengang in Bezug auf die Umsetzung des Curriculums evaluiert (Phase 5 „Sichern“, s. Abb. 1).

Literaturverzeichnis

[Bi] Bieber, Michelle; Manukjan, Anke; Schleiss, Johannes; Neumann, Fabian; Pohlenz, Philipp: Die Nutzung der Curriculumwerkstatt im Rahmen der Curriculumentwicklung: Leitfaden und Fallbeispiel. Handbuch Qualität in Studium, Lehre und Forschung, Bd. 84, S. 97–118.

[GSW18] Gotzen, Susanne; Szczyrba, B; Wunderlich, Antonia: Studiengänge in der Curriculumwerkstatt entwickeln. Zentrum für Lehrentwicklung der TH Köln. Online verfügbar unter `www.th-koeln.de/mam/downloads/deutsch/hochschule/profil/lehre/curriculumwerkstatt__steckbrief_.pdf`, 2018.

[Ke16] Kern, David E et al.: A six-step approach to curriculum development. Curriculum development for medical education: A six-step approach, S. 5–9, 2016.

[O'15] O'Neill, Geraldine: , Curriculum design in higher education: Theory to practice, 2015.

[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.

[Sc22] Schleiss, Johannes; Bieber, Michelle Ines; Manukjan, Anke; Kellner, Lars; Stober, Sebastian: An Interdisciplinary Competence Profile for AI in Engineering. In: European Society for Engineering Education (SEFI) 2022 Annual Conference. S. 1601–1608, 2022.

[Sc23] Schleiss, Johannes; Manukjan, Anke; Bieber, Michelle Ines; Pohlenz, Philipp; Stober, Sebastian: Curriculum Workshops as a Method of Interdisciplinary Curriculum Development: A Case Study for Artificial Intelligence in Engineering. In: (In Press) European Society for Engineering Education (SEFI) 2023 Annual Conference. 2023.

[We16] Weiß, Silke: Kompetenzorientiert Lehren–Studiengang-/Curriculumentwicklung und Lehrveranstaltungskonzeption. Hochschuldidaktisches Themendossier, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, 2016.

[WW11] Wildt, Johannes; Wildt, Beatrix: Lernprozessorientiertes Prüfen im „Constructive Alignment ". Ein Beitrag zur Förderung der Qualität von Hochschulbildung durch eine Weiterentwicklung des Prüfungssystems. Neues Handbuch Hochschullehre. Lehren und Lernen effizient gestalten, S. 1–46, 2011.

[WW17] Wildt, Johannes; Wildt, Beatrix: Curriculumwerkstätten als Formate partizipativer Studiengangentwicklung. Coaching (in) Diversity an Hochschulen: Hintergründe–Ziele–Anlässe–Verfahren, S. 337–356, 2017.

V Themen der Informatik und ihrer Vermittlung

„Informatik und Gesellschaft“ in der Hochschullehre: Eine Untersuchung von Modulhandbüchern verschiedener Informatikstudiengänge an norddeutschen Universitäten

Nils Pancratz[1], Vanessa Grave[2]

Abstract: Der Beitrag behandelt die hochschuldidaktische Fragestellung nach der Ausgestaltung der Rolle von „Informatik und Gesellschaft“ in der Hochschullehre über eine Untersuchung von Modulhandbüchern ausgewählter Informatikstudiengänge an norddeutschen Universitäten. Die Modulhandbücher wurden qualitativ-inhaltsanalytisch untersucht, wobei insbesondere auch Häufigkeitsanalysen durchgeführt wurden. Die Ergebnisse der Untersuchung legen Handlungsbedarfe in der Curriculumsentwicklung von Informatikstudiengängen offen: So sind eigenständige Lehrveranstaltungen zu „Informatik und Gesellschaft“ häufig nicht (verpflichtend) vorgesehen. Kompetenzen zu diesem Bereich, wie sie bspw. von der Gesellschaft für Informatik für Bachelor- und Masterstudiengänge empfohlen werden, müssten demnach implizit über andere Lehrveranstaltungen hinweg vermittelt werden. Hierbei werden jedoch v. a. Kompetenzen im Zusammenhang mit datenschutzrechtlichen Fragestellungen häufig adressiert, wohingegen ethische Aspekte und gesellschaftliche Implikationen nur selten thematisiert werden.

Keywords: Informatik und Gesellschaft, Hochschullehre, Curriculumsentwicklung, Studiengangsentwicklung

1 Einleitung, Motivation und Fragestellungen

Informatik und Informatiksysteme, also Entwicklungen von Informatikerinnen und Informatikern, sind zu einem integralen Bestandteil des alltäglichen Lebens geworden und beeinflussen entsprechend zunehmend unser gesellschaftliches Zusammenleben. Dass die Informatik „starke gesellschaftliche Implikationen mit sich bringen würde“ [SP96, S. 9 f.], ist lange erkannt und ein eigenes Fachgebiet, nämlich „Informatik und Gesellschaft“, ist innerhalb der Informatik inzwischen etabliert. Im ersten Lehrbuch für dieses Fachgebiet stellte Rolf 1995 „Informatik und Gesellschaft“ dabei gar „als gleichberechtigte fünfte Disziplin neben die [...] Disziplinen theoretische Informatik, praktische Informatik, technische Informatik und angewandte Informatik“ [KK14, S. 34]. Nach Feststellung von Kienle und Kunau scheint sich diese Einordnung Rolfs insbesondere in der Hochschullehre nicht durchgesetzt zu haben und „Informatik und Gesellschaft“ ein Schattendasein in der Hochschullehre in Informatik zu fristen [KK14]; auch jüngere Untersuchungen legen diese Hypothese nahe (vgl. Abs. 2). Der vorliegende Beitrag nimmt sich daher zum Ziel,

[1] Universität Hildesheim, Universitätsplatz 1, 31141 Hildesheim, pancratz@uni-hildesheim.de
[2] Universität Oldenburg, Ammerländer Heerstraße 114-118, 26129 Oldenburg, vanessa.grave@uni-oldenburg.de

die Situation um „Informatik und Gesellschaft“ in der Hochschullehre exemplarisch an ausgewählten norddeutschen Universitäten entlang der folgenden **Leitfrage** zu untersuchen:

> *Inwieweit finden sich Kompetenzen aus dem Inhaltsbereich „Informatik und Gesellschaft“ der Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik in den Modulhandbüchern und Prüfungsordnungen verschiedener Informatikstudiengänge an ausgewählten deutschen Universitäten wieder?*

Unter Anwendung des SPSS-Prinzips [He11, S. 180 ff.], das Helfferich „für die weitere Präzisierung des Forschungsinteresses und der Forschungsfrage“ [He11, S. 35] empfiehlt, wurde diese übergeordnete Leitfrage zu folgenden **Forschungsfragen** konkretisiert:

1. Welche Kompetenzen (aus dem Inhaltsbereich „Informatik und Gesellschaft“ der Empfehlungen der GI, vgl. Abs. 2.2) finden sich in den Prüfungsordnungen der untersuchten Informatikstudiengänge häufig wieder und welche finden weniger Beachtung?
2. Werden die Kompetenzen eher explizit in eigenständigen Modulen oder implizit über andere Module hinweg vermittelt?
3. Inwiefern werden die Kompetenzen im Pflicht- oder Wahlpflichtbereich thematisiert?
4. Welche Unterschiede zwischen verschiedenen Informatikstudiengangsvarianten wie bspw. (Angewandte) Informatik, Informatiklehramt, Wirtschaftsinformatik oder Bioinformatik sind feststellbar?

Diese Forschungsfragen werden in der vorliegenden Arbeit über eine inhaltlich-strukturierende qualitative Inhaltsanalyse ausgewählter Modulhandbücher beantwortet. Nach einer kurzen Darstellung grundlegender Annahmen und verwandter Arbeiten (Abs. 2) wird die methodische Vorgehensweise vorgestellt (Abs. 3). Nachfolgend werden die Ergebnisse dargestellt (Abs. 4) und mit Blick auf ihre Bedeutungen für die Hochschullehre und insbesondere die Curriculumsentwicklung von Informatikstudiengängen diskutiert (Abs. 5).

2 Grundlagen und verwandte Arbeiten

2.1 „Informatik und Gesellschaft“ in der Hochschulausbildung

Mit der Besetzung von Professuren für „Informatik und Gesellschaft“ in den 1980er Jahren begann sich „die hohe Zeit der kritischen Auseinandersetzung mit den Wirkungen der Informatik“ [RW10] auch in einem zunehmenden Angebot von Lehrveranstaltungen zu diesem Thema zu zeigen. Wie Rödiger und Weber berichten, „stellte zu der Zeit [kaum

jemand] die Notwendigkeit des Faches I&G in der Ausbildung von Informatikern/innen infrage – anders als heute, wo Krisen der Finanz- und Arbeitsmärkte die Menschen viel unmittelbarer betreffen, und die Steilvorlagen bspw. in Hinsicht auf Datenschutz und Überwachung zu häufig auftreten, als dass sie als Einzelfall noch wirklich erschüttern könnten“ [RW10]. Auch fast anderthalb Jahrzehnte nach dieser Einschätzung der Autoren stellt sich bei Blicken in die Studienverlaufspläne von Informatikstudiengängen der Eindruck ein, dass gesellschaftliche Auswirkungen der Informatik an einigen Universitäten curricular eher stiefmütterlich behandelt werden. Die – wenigen – verwandten Arbeiten (Abs. 2.4) bekräftigen diese Hypothese und motivieren das vorliegende Forschungsvorhaben (vgl. Abs. 1) zusätzlich.

An den Hochschulen wird „Informatik und Gesellschaft“ inzwischen unterschiedlich ausgelegt: Einige Hochschulen integrieren es in eigenständige Lehrveranstaltungen, während andere es über mehrere Lehrveranstaltungen bzw. Module hinweg verteilen (vgl. Abs. 2.4). Die inhaltliche Ausgestaltung des Faches variiert dabei – auch der Beobachtung von Kienle und Kunau nach [KK14, S. 35] – z. T. stark; üblich ist ein Fokus auf ethische Aspekte der Nutzung und Gestaltung von Informatiksystemen sowie auf gesellschaftliche, ökonomische, rechtliche und politische Kontexte [PPH13]. Diese Auslegung steht im Einklang mit den Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik (vgl. Abs. 2.2).

2.2 Standards für die Hochschulausbildung in der Informatik

Die von der *Gesellschaft für Informatik* (GI) im Jahr 2000 erarbeiteten Akkreditierungsrichtlinien für Bachelor- und Masterstudiengänge an deutschen Hochschulen [Ge00] wurden „bundesweit von Hochschulen und Akkreditierungsagenturen genutzt und haben sich als äußerst erfolgreich und auch einflussreich für andere Fächer erwiesen“ [Ge05]. Sie wurden erstmalig 2005 [Ge05] und zuletzt 2016 [Ge16b] aktualisiert. In ihren *Empfehlungen für Bachelor- und Masterprogramme im Studienfach Informatik an Hochschulen* formuliert die GI Kompetenzen, „die die Studierenden im Verlauf ihres Studiums in bestimmten Informatikgebieten erwerben sollen“ [Ge16b, S. 9]. Dabei wird auch ein sog. Inhaltsbereich „Informatik und Gesellschaft“ definiert: Die darin aufgeführten Kompetenzen dienen im Folgenden als deduktive Komponente des verwendeten Kategoriensystems (vgl. Abs. 3).

2.3 „Informatik und Gesellschaft“ in der Informatiklehramtsausbildung

In Artikel 7 der *Ethischen Leitlinien* der GI heißt es:

> „Das GI-Mitglied, das Informatik lehrt, fördert die Fähigkeit zum kritischen Denken, bereitet die Lernenden auf deren individuelle und gemeinschaftliche Verantwortung vor und ist hierbei selbst Vorbild. Das GI-Mitglied, das in

> Schule, Hochschule oder Weiterbildung Informatik lernt, fordert dies von den Lehrenden ein.“ [Ge18]

Die darin adressierten Aspekte der „Entfaltung von Verantwortungsbereitschaft“ und „Anleitung zum kritischen Vernunftgebrauch“ begründen wesentliche Teile des allgemeinbildenden Charakters der Schulinformatik [Ga17, Wi03]. Schülerinnen und Schüler müssen in die Lage versetzt werden, mündig gesellschaftliche Auswirkungen der Informatik mit zu gestalten [MS16]. Die GI betont diese Bedeutung für den schulischen Informatikunterricht und nimmt den Inhaltsbereich „Informatik, Mensch und Gesellschaft“ in ihre Bildungsstandards für den Primarbereich [Ge19] sowie die Sekundarstufen I [Ge08] und II [Ge16a] auf. Nach Einschätzung von Modrow und Strecker zählt „Informatik und Gesellschaft“ jedoch zu den unbeliebtesten Inhaltsbereichen bei Lehrkräften; zu möglichen Gründen schreiben sie:

> „Die meisten Informatiklehrerinnen und -lehrer kommen aus dem mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich und fühlen sich oft von Themen, die sie eher im Fach Politik verorten, inhaltlich und methodisch überfordert, weil sie nicht entsprechend ausgebildet wurden und kaum über entsprechende Unterrichtserfahrungen verfügen. Weiterhin erscheint es schwierig, mit Anfängern Themen zu behandeln, aus denen sich gesellschaftliche Folgen ziehen lassen.“ [MS16]

Eine fundierte Ausbildung zukünftiger Informatiklehrkräfte zu Themen des Bereichs „Informatik und Gesellschaft“ ist somit von besonderer Relevanz.

Das Fach Informatik ist immer noch stark stereotypisiert, was maßgeblich dadurch bedingt sein dürfte, dass über die letzten Jahre und Jahrzehnte hinweg in den meisten Bundesländern kaum ein (verpflichtender) Zugang zum Fach in der Schule existierte. Der Behandlung von Themen aus dem Bereich „Informatik und Gesellschaft“ im Informatikunterricht kann auch dadurch ein besonderes Potenzial zukommen, als dass durch eine Vertiefung der Schnittstelle zwischen der Informatik und der Gesellschaft Schülerinnen und Schüler an das Fach herangeführt werden können, die ansonsten kaum einen Zugang zu ihm finden: So ist nach Hinweis von Paech und Poetzsch-Heffter bspw. „vielfältig belegt, dass Frauen sich stärker für die Anwendung der Informatik interessieren“ [PPH13, S. 250]; ihrer persönlichen Einschätzung nach ist dadurch auch der Frauenanteil in der Forschung auf dem Teilgebiet „Informatik und Gesellschaft“ „deutlich höher als in anderen Teilgebieten der Informatik“ [PPH13, S. 250]. Hierdurch lässt sich vermuten, dass sich insbesondere auch Mädchen und junge Frauen besonders für Informatikunterricht mit explizitem Anteil sozioinformatischer Inhalte interessieren würden [PPH13].

Die besondere Bedeutung des Schulfachs Informatik wurde zuletzt glücklicherweise erkannt und das Pflichtfach Informatik ist auf dem Vormarsch [SHF22]. Dieses Momentum motiviert zusätzlich, die curriculare Entwicklung der Lehramtsstudiengänge Informatik besonders in den Blick zu nehmen, um das Studienfach Informatik im Allgemeinen und speziell auch die Lehramtsausbildung konstruktiv weiterzuentwickeln. Mit der Ausgestaltung einzelner

Forschungsunterfragen (Forschungsfrage 4, vgl. Abs. 1) und insbesondere der Diskussion der Ergebnisse (Abs. 5) wird mit dieser Untersuchung daher ein besonderer Fokus auf die Informatiklehramtsausbildung gelegt, der sich insbesondere auch in der Auswahl der untersuchten Universitäten widerspiegelt (vgl. Abs. 3).

2.4 Verwandte Arbeiten

Eine publizierte Arbeit, die sich einer Untersuchung der unter Abs. 1 dargestellten Forschungsfragen annimmt, ist uns nicht bekannt. Ein ähnliches Forschungsziel wurde zuletzt aber von Große-Bölting, Scheppach und Mühling verfolgt, die untersucht haben, welchen Platz *ethische* Inhalte in Bachelor-Studiengängen in der Informatik einnehmen [GBSM21]. Diese aufgrund von zunehmenden Konfrontationen mit ethischen Frage- und Problemstellungen im Berufsalltag von Informatikerinnen und Informatikern besonders relevante Absicht unterscheidet sich von der dieses Beitrags dahingehend, als dass der Fokus hier nicht „nur“ auf ethische Aspekte, sondern auch auf die nicht-ethischen Kompetenzen aus dem Inhaltsbereich „Informatik und Gesellschaft“ gelegt wird. Die vorliegende Untersuchung wählt ein zur Arbeit von Große-Bölting, Scheppach und Mühling vergleichbares methodisches Vorgehen (vgl. Abs. 3).

Große-Bölting, Scheppach und Mühling stellten grundsätzlich fest, dass lediglich neun von 67 untersuchten Universitäten in Deutschland Pflichtmodule und 23 Universitäten Wahlmodule mit ethischen Inhalten angeboten haben. Die Autoren schlossen daraus, dass ethische Inhalte aktuell in Informatik-Bachelorstudiengängen nur eine untergeordnete Position einnehmen [GBSM21]. Laut ihren Ergebnissen bietet demnach etwa die Hälfte der Universitäten in Deutschland kein eigenständiges Modul zu „Informatik und Gesellschaft“ an. Die Ergebnisse einer Umfrage zur Lehre von ethischen Aspekten unter Universitäten auf europäischer Ebene [St22] sind vergleichbar: Mit ca. einem Drittel fällt der Anteil der Universitäten ohne Behandlung ethischer Aspekte in Informatikstudiengängen auf europäischer Ebene jedoch etwas geringer aus als in Deutschland.

3 Methodik

Das Ziel der vorliegenden Forschungsarbeit liegt in einer explorativen Untersuchung ausgewählter Modulhandbücher auf eine Abdeckung von Kompetenzen aus dem Inhaltsbereich „Informatik und Gesellschaft“. Zur Verfolgung dieses Forschungsziels und zur Bearbeitung der Forschungsfragen (Abs. 1) wurde eine *inhaltlich-strukturierende qualitative Inhaltsanalyse* [Ma15, S. 62 & 103] durchgeführt, die quantitative Elemente über *Häufigkeitsanalysen* [Ma15, S. 13] einbezieht.

Im ersten Schritt der *Festlegung des Ausgangsmaterials* wurde analog zum Vorgehen von Große-Bölting, Scheppach und Mühling [GBSM21] das CHE-Ranking 2022/2023[3]

[3] `https://ranking.zeit.de/che/de/`

herangezogen, um einen groben Überblick über die Universitäten und Hochschulen in Deutschland, die Informatikstudiengänge anbieten, zu gewinnen. Mit 170 verschiedenen Standorten und damit einhergehend ca. 1.000 zu berücksichtigenden Dokumenten (Studien- bzw. Prüfungsordnungen sowie Modulhandbücher[4]) überstieg diese Menge den für eine detaillierte Untersuchung handhabbaren Rahmen. Zur weiteren Eingrenzung wurden daher mit Blick auf eine Schwerpunktsetzung hinsichtlich der Lehramtsausbildung (Abs. 2.3) zunächst alle Standorte ausgeschlossen, die nicht für das Lehramt in Informatik ausbilden, sodass 44 Universitäten verblieben. Da auch diese Auswahl mit den mehr als 300 verschiedenen informatikbezogenen Bachelor- und Masterstudiengängen eine detaillierte Inhaltsanalyse kaum ermöglicht, erfolgte eine letzte Einschränkung des Ausgangsmaterials über den Universitätsstandort: Die geografische Eingrenzung auf norddeutsche Universitäten, die für das Informatiklehramt ausbilden, ist zum einen durch die Standorte der Autoren motiviert. Zum anderen schafft sie ein handhabbares Ausgangsmaterial, dessen Zusammenstellung keinen weiteren subjektiven Einflüssen unterliegt, wie sie sich bspw. bei der Auswahl von 16 für ihr jeweiliges Bundesland (möglichst) repräsentativen Universitäten ergeben hätten. Die 76 untersuchten Studiengänge der nach der Reduktion (s.o.) verbliebenen acht norddeutschen Universitäten sind folgender Abb. 1 zu entnehmen.

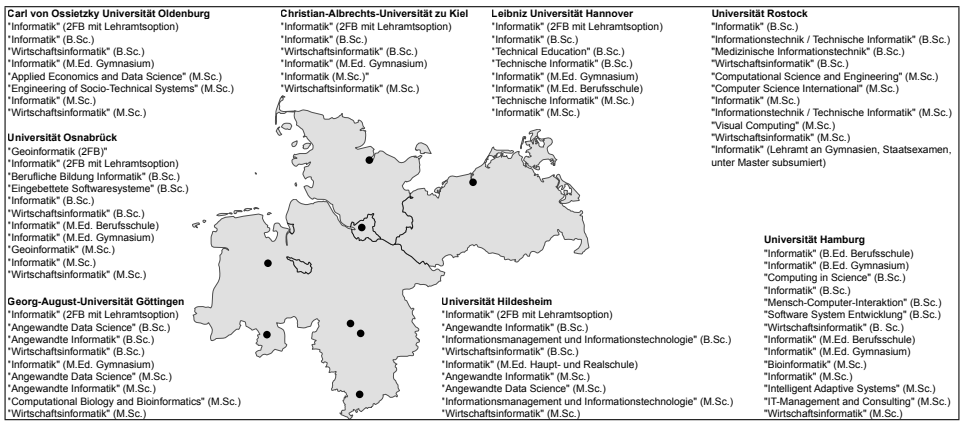


Abb. 1: Überblick über die 76 untersuchten Studiengänge an acht norddeutschen Universitätsstandorten

Als Ausgangsmaterial wurden die von den Universitäten zum Zeitpunkt der Auswertung (Herbst 2022) zu den gültigen Prüfungs- bzw. Studienordnungen der ausgewählten Studiengänge erstellten Modulhandbücher festgelegt, die als PDF-Dokumente von den Internetseiten der jeweiligen Universitäten bezogen wurden. Zur Analyse der Modulhandbücher wurde die Software *MAXQDA* herangezogen [RK18].

Zur *Kodierung* der Textpassagen in den untersuchten Modulhandbüchern wird die *deduktiv-induktive* Mischform gewählt und damit der bei inhaltlich-strukturierenden qualitativen Inhaltsanalysen üblichen Vorgehensweise gefolgt [Ku14, S. 112]. Da bei den *Empfehlungen für Bachelor- und Masterprogramme im Studienfach Informatik an Hochschulen* der

[4] im Folgenden zu *Modulhandbücher* zusammengefasst

GI [Ge16b] studiengangsorganisatorisch eine besondere Bedeutung anzunehmen ist (vgl. Abs. 2.2), stellt die *deduktive* Komponente des verwendeten Kategoriensystems – auch unter Berücksichtigung der Forschungsfragen – der Kompetenzkatalog zum Inhaltsbereich „Informatik und Gesellschaft“ (vgl. Abs. 2.2) dar. Um Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Studiengangsvarianten herzustellen, wurde bewusst darauf verzichtet, die seit einigen Jahren von der GI auch für spezielle Studiengangsvarianten wie Data Science oder Technische Informatik verabschiedeten Empfehlungen oder die *Ländergemeinsamen inhaltlichen Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung* der Kultusministerkonferenz (KMK) [Ku19] bei der Formulierung des Kategoriensystems einzubeziehen. *Induktiv* wurden Kategorien für Inhalte der Modulhandbücher hinzugefügt, die Kompetenzziele mit gesellschaftlichen Aspekten enthielten, die nicht direkt einer der deduktiv gebildeten Kategorien zuzuordnen waren [Ma15, S. 85]. Die Datenauswertung in Form der Kodierung der Textstellen fand durch die Zweitautorin statt [Gr22]. Die Kodierungen wurden im Rahmen der Anfertigung dieses Beitrags und der zusammenfassenden Beantwortung der Forschungsfragen stichprobenartig durch den Erstautor überprüft.

4 Darstellung der Ergebnisse

Mithilfe der Software *MAXQDA* [RK18] wurden auf über 12.000 Seiten der Modulhandbücher insgesamt 2.777 Kodierungen (im Folgenden „Kod.“ abgekürzt) vorgenommen. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt im Folgenden entlang der jeweiligen Forschungsfragen (Abs. 1) und losgelöst von ihrer Diskussion (Abs. 5).

4.1 Forschungsfrage 1: Kompetenzen

Eine quantitativ-inhaltsanalytische Auswertung der Modulhandbücher ergibt, dass in den untersuchten Informatikstudiengängen vor allem die von der GI empfohlenen Kompetenzen *„Informatische Aspekte in gesellschaftlich relevanten Ereignissen identifizieren“* (362 Kod.), *„Grundkonzepte des Datenschutzrechts erklären; Maßnahmen zum Schutz personenbezogener Daten erklären“* (336 Kod.) und *„Informatische Aspekte in gesellschaftlich relevanten Ereignissen analysieren und bewerten“* (270 Kod.) thematisiert werden. Auch Kompetenzen wie *„Mögliche Schutzmaßnahmen für ein Informatiksystem und die in ihm verarbeiteten Daten erläutern“* (123 Kod.), *„Grundkonzepte des geistigen Eigentums (UrhG, PatG) und der Open Culture erklären“* (102 Kod.), *„Anwendungen der rechtlichen Rahmenbedingungen benennen und als Systemanforderung formulieren“* (81 Kod.) sowie *„Grundzüge der Informationsökonomie und der daraus folgenden Implikationen von Informatiksystemen erklären“* (73 Kod.) werden den Modulhandbüchern nach zu urteilen häufig behandelt.

Ein großer Teil der Kompetenzen aus den Empfehlungen der GI wird jedoch nur selten in den Modulhandbüchern aufgegriffen: Dies betrifft insbesondere Kompetenzen wie *„Gründe für eine Berufsethik benennen und berufsethische Dilemma identifizieren“* (3 Kod.), *„Berufsethische Dilemmata analysieren und bewerten“* (10 Kod.), *„Lizenzformen in Softwaresystemen*

identifizieren" (11 Kod.) und *„Potentielle Veränderungen gesellschaftlicher Werte durch Informatiksysteme erkennen und bewerten"* (11 Kod.).

Dabei wurden aus dem Material 15 Kategorien (insg. 903 Kod.) induktiv entwickelt, die sich den deduktiven Komponenten des Kategoriensystems (vgl. Abs. 2.2) nicht zuordnen ließen. Die entsprechend kodierten Textstellen betreffen insbesondere die Identifikation sowie die Analyse und Bewertung ethischer Fragestellungen sowie sicherheitsrelevante und rechtliche Aspekte im Zusammenhang mit Entwicklungen der Informatik.

4.2 Forschungsfrage 2: Module

Zur Beantwortung der Forschungsfragen 2 bis 4 wurden die Module der untersuchten Studiengänge in *„Informatik-und-Gesellschaft-Module"*[5] und *„andere Module"* eingeordnet. Als IuG-Module werden dabei Module zusammengefasst, die sich insbesondere durch ihre Modulbezeichnung und -beschreibung dem Inhaltsbereich „Informatik und Gesellschaft" zuordnen lassen (bspw. „Informatik und Gesellschaft", „Ethik in der Informatik", „Philosophie, Gesellschaft und IT" oder „Soziale Wirkungen von Informations- und Kommunikationstechnologien").

Die quantitativ-inhaltsanalytische Auswertung der Modulhandbücher ergibt, dass die von der GI empfohlenen Kompetenzen aus dem Inhaltsbereich „Informatik und Gesellschaft" an den untersuchten Universitäten überwiegend implizit über andere Module hinweg vermittelt werden (sollen). In einzelnen Fällen (bspw. „Lizenzformen in Softwaresystemen identifizieren" [Ge16b, S. 25]) werden sie sogar ausnahmslos in anderen Modulen adressiert.

Vor allem Kompetenzen zu berufsethischen Aspekten werden hingegen häufig bzw. sogar ausschließlich in Modulen behandelt, die sich schwerpunktmäßig dem Inhaltsbereich „Informatik und Gesellschaft" annehmen (IuG-Module). So werden bspw. die Kompetenzen „Gründe für eine Berufsethik benennen und berufsethische Dilemmata identifizieren" und „Berufsethische Dilemmata analysieren und bewerten" [Ge16b, S. 25] ausnahmslos in IuG-Modulen behandelt.

4.3 Forschungsfrage 3: Verpflichtung im Curriculum

Abbildung 2 (*links*) zeigt den Anteil der untersuchten Bachelor- und Masterstudiengänge, die IuG-Module im Pflicht- bzw. im Wahlpflichtbereich vorsehen. Während insgesamt knapp ein Viertel (28 %) der untersuchten Bachelorstudiengänge IuG-Module verpflichtend vorsieht, sind sie in den untersuchten Masterstudiengängen nur selten verpflichtend (7 %). Wenn IuG-Module angeboten werden, dann sind sie in den untersuchten Informatikstudiengängen häufig im Wahlpflichtbereich verortet (39 % der Bachelor- und 34 % der Masterstudiengänge).

[5] im Folgenden als „IuG-Module" abgekürzt

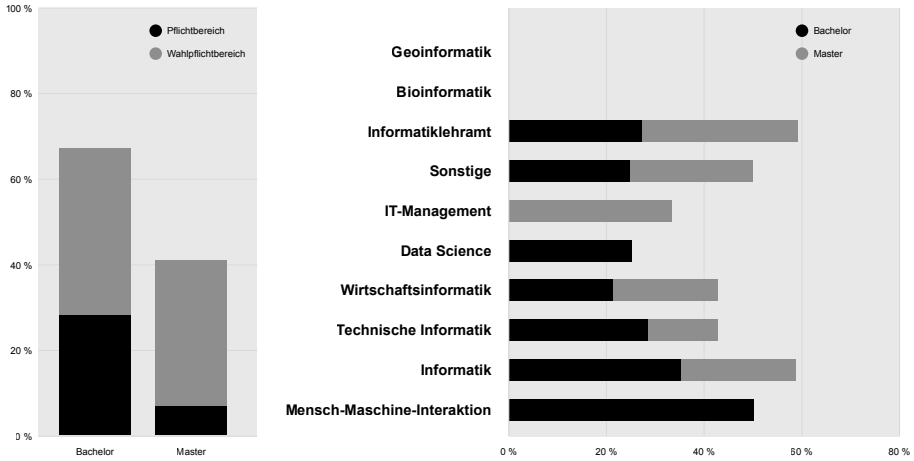


Abb. 2: *Links:* Anteil der untersuchten Bachelor- und Masterstudiengänge, die IuG-Module im Pflicht- bzw. im Wahlpflichtbereich vorsehen. *Rechts:* Anteil der untersuchten Bachelor- bzw- Master-Studiengänge, die IuG-Module (als Pflicht- oder Wahlpflichtmodule) vorsehen, zusammengefasst zu verschiedenen Studiengangsvarianten

Somit werden oft auch gar keine eigenständigen Module zum Inhaltsbereich „Informatik und Gesellschaft“ angeboten (33 % der Bachelor- und in 59 % der Masterstudiengänge). Um den Empfehlungen der GI nachzukommen, müssten die empfohlenen Kompetenzen in den entsprechenden Studiengängen von den Informatikstudierenden über den Verlauf ihres Studiums somit ausschließlich implizit in anderen Modulen erworben werden. Die Untersuchung der in diesen Modulen adressierten Kompetenzen auf Abdeckung der GI-Kompetenzen zum Inhaltsbereich „Informatik und Gesellschaft“ zeigt zwar, dass viele der empfohlenen Kompetenzen in anderen Modulen angesprochen werden (vgl. Abs. 4.2); da hier jedoch jeweils ein Schwerpunkt auf für das jeweilige Modul charakteristischen Kompetenzen liegt, ist davon auszugehen, dass viele Informatikstudierende an den entsprechenden Universitäten keine Gelegenheit haben, die von der GI zum Inhaltsbereich „Informatik und Gesellschaft“ empfohlenen Kompetenzen im Rahmen ihres Studiums zu erwerben.

4.4 Forschungsfrage 4: Unterschiede zwischen Studiengangsvarianten

Zur Beantwortung der Forschungsfrage 4 wurden die Studiengänge zu Studiengangsvarianten zusammengefasst. Unter *Studiengangsvarianten* sollen dabei spezifische Ausprägungen eines Informatikstudiengangs verstanden werden, bspw. das Informatiklehramt, Data Science, Bio- oder Wirtschaftsinformatik.

Abbildung 2 (*rechts*) zeigt den Anteil der Studiengänge der verschiedenen Studiengangsvarianten, die IuG-Module als Pflicht- oder Wahlpflichtmodule vorsehen[6]. Beim Blick auf den Vergleich verschiedener Informatikstudiengangsvarianten wie (Angewandter) Informatik, Informatiklehramt, Wirtschaftsinformatik, Bioinformatik etc. fällt auf, dass IuG-Module als Pflicht- oder Wahlpflichtmodule am häufigsten in den Studiengängen Informatik, Informatiklehramt[7] und Mensch-Maschine-Interaktion vorgesehen sind, wenngleich zu letzterem insgesamt nur zwei Studiengänge zusammengefasst wurden und das Ergebnis hierdurch beeinflusst sein könnte. Einzelne Studiengangsvarianten (konkret Geoinformatik und Bioinformatik) sehen wiederum überhaupt keine IuG-Module (weder im Pflicht- noch im Wahlpflichtbereich) vor (vgl. Abs. 4.3). In eben jenen Studiengängen fällt auch die Anzahl der in den Modulhandbüchern kodierten Textstellen am geringsten aus (jeweils im Durchschnitt weniger als fünf Kodierungen pro Modulhandbuch).

Abbildung 3 zeigt die durchschnittliche Anzahl an kodierten Textpassagen in den Modulhandbüchern, aufgeteilt in Bachelor- und Masterstudiengänge sowie für IuG-Module und andere Module und aufsteigend nach der über Bachelor- und Masterstudiengänge aufsummierten Gesamtanzahl an durchschnittlich kodierten Textpassagen sortiert.

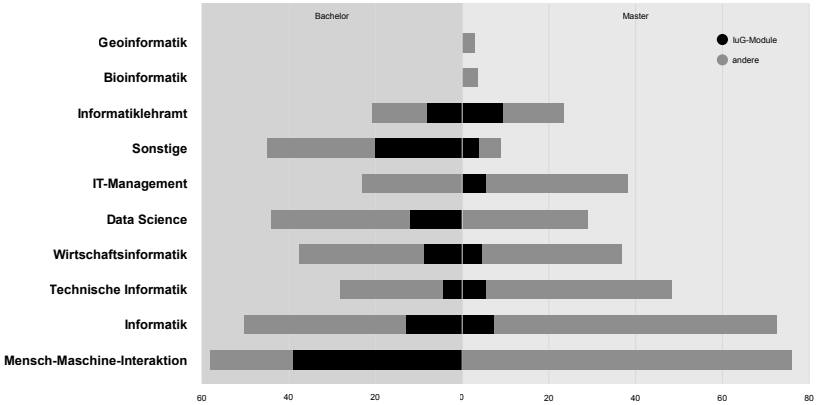


Abb. 3: Durchschnittliche Anzahl an kodierten Textpassagen in den Modulhandbüchern zu den untersuchten Studiengängen, zusammengefasst zu verschiedenen Studiengangsvarianten

Insgesamt lässt sich für die untersuchten Universitätsstandorte beobachten, dass mit zunehmender Spezialisierung bzw. Kontextualisierung der Studiengänge die Bedeutung des Inhaltsbereichs „Informatik und Gesellschaft“ in den Curricula abzunehmen scheint: So liegen in Studiengängen wie Wirtschaftsinformatik, Data Science oder Technischer Informatik im Durchschnitt weniger Kodierungen pro Modulhandbuch vor als in einem durchschnitt-

[6] Um das Ergebnis durch das Bilden von Durchschnitten nicht zu verfälschen, wurden dabei Pflicht- und Wahlpflichtmodule zusammengefasst betrachtet, da in konsekutiven Studiengängen davon auszugehen ist, dass IuG-Module entweder im Bachelor oder im Master verankert sind.

[7] So sieht ca. ein Viertel der untersuchten Informatiklehramtsstudiengänge IuG-Module verpflichtend vor, in einem weiteren Viertel sind IuG-Module im Wahlpflichtbereich verortet. In Folge werden in fast der Hälfte der untersuchten Informatiklehramtsstudiengänge gar keine IuG-Module angeboten.

lichen „klassischen“ Informatik-Studiengang. Bezüglich der untersuchten Informatiklehramtsstudiengänge lässt sich feststellen, dass sich zwar die Anzahl der durchschnittlich kodierten Textpassagen im Bachelor sowie im Master bei den IuG-Modulen auf einem zu „klassischen“ Informatik-Studiengängen vergleichbaren Niveau bewegt, insgesamt über alle Module hinweg in den Lehramtsstudiengängen im Durchschnitt jedoch deutlich weniger Kompetenzen identifiziert wurden.

5 Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse

Die Auswertung der Modulhandbücher hat ergeben, dass aus dem Inhaltsbereich „Informatik und Gesellschaft“ vor allem Kompetenzen im Zusammenhang mit datenschutzrechtlichen Fragestellungen häufig adressiert werden. Deutlich seltener werden hingegen Kompetenzen angesprochen, die sich berufsethischen Aspekten annehmen (vgl. Abs. 4.1). Dabei findet eine Behandlung der entsprechenden Kompetenzen an den untersuchten Hochschulstandorten überwiegend implizit über andere Module hinweg statt; eigenständige Lehrveranstaltungen zum Bereich „Informatik und Gesellschaft“ sind weniger häufig vorzufinden (vgl. Abs. 4.2). Im Großteil der untersuchten Studiengänge werden IuG-Module nur im Wahlpflichtbereich oder gar nicht angeboten (vgl. Abs. 4.3). Ein Vergleich verschiedener Studiengangsvarianten verdeutlicht, dass eine zunehmende Spezialisierung bzw. Kontextualisierung im Studium zur Folge hat, dass die Curricula weniger Kompetenzen aus dem Inhaltsbereich „Informatik und Gesellschaft“ vorsehen (vgl. Abs. 4.4).

Diese Ergebnisse basieren auf der Inhaltsanalyse ausgewählter Modulhandbücher (vgl. Abs. 3). Ein solches Auswertungsverfahren unterliegt naturgemäß Einschränkungen, die im Folgenden diskutiert werden: So ist jede Kodierung eine Interpretation der in den Modulhandbüchern aufgelisteten Kompetenzen, die insbesondere dadurch erschwert wird, dass in einzelnen Modulhandbüchern Kompetenzziele unter Auslassen elementarer Satzteile wie Verben zur Beschreibung der Prozessdimension formuliert sind. Weiterhin sind die Ergebnisse mit Vorsicht zu betrachten, da die Kodierungen durch eine Person erfolgt sind und lediglich stichprobenartig durch eine zweite Person auf Schlüssigkeit überprüft wurden (vgl. Abs. 3). Diese Entscheidung gegen eine vollständige Interrater-Reliabilitätsprüfung schränkt die Verallgemeinerbarkeit der Ergebnisse ebenso wie die begrenzte Anzahl untersuchter Universitäten ein; letztlich sind die Ergebnisse nur für die untersuchten Hochschulstandorte repräsentativ. Unklar ist gewiss auch, inwiefern die öffentlich zugänglichen Modulhandbücher tatsächlich die Ausrichtung der einzelnen Lehrveranstaltungen widerspiegeln. Entsprechend des Ziels der vorliegenden Arbeit (vgl. Abs. 1) erlauben die Ergebnisse dennoch eine kritische Diskussion der aktuellen Situation des Bereichs „Informatik und Gesellschaft“ in der Hochschullehre. So bestätigen sie die der Untersuchung vorausgegangene Einschätzung, dass der Inhaltsbereich „Informatik und Gesellschaft“ an vielen Hochschulstandorten stiefmütterlich behandelt wird. Dabei werden die Ergebnisse dieser Untersuchung durch die – wenigen – verwandten Arbeiten bekräftigt (vgl. Abs. 2.4). Mit Blick auf die Lehramtsausbildung erscheint positiv, dass sich Informatiklehramtsstudiengänge tendenziell

stärker Kompetenzen aus dem Bereich „Informatik und Gesellschaft“ widmen als andere spezielle Studiengangsvarianten, was z. T. auch auf die akkreditierungsrelevanten Vorgaben der KMK zurückzuführen ist, in denen auch Studieninhalte zu „Informatik, Mensch und Gesellschaft“ [Ku19, S. 37] präzisiert werden.

Insgesamt legt die vorliegende Untersuchung Handlungsbedarfe in der Curriculumsentwicklung von Informatikstudiengängen nahe. Dass ethische und gesellschaftliche Aspekte in der Anwendung von Informatiksystemen auftreten, ist offensichtlich (vgl. Abs. 1). Dass diese dadurch auch nicht erst von Ethikerinnen, Ethikern, Philosophinnen und Philosophen diskutiert, sondern insbesondere bereits von Informatikerinnen und Informatikern, die für die Entwicklung der entsprechenden Systeme Verantwortung tragen, mitgedacht werden sollten, ist ebenfalls unumstritten. Hieraus leiten sich auch Gedanken zur Verantwortlichkeit von Lehrveranstaltungen zu „Informatik und Gesellschaft“ ab: Würde diese gänzlich Lehrenden „anderer“ Fachbereiche (bspw. Philosophie) übertragen, liefen Informatikstudierende Gefahr, keine Erfahrungen zu sammeln, dass (auch) Informatik-Professorinnen oder -Professoren diese Fragestellungen behandeln; nach Ansicht von Quinn sollten hingegen Lehrende der Informatik als Vorbilder dienen, indem sie zeigen, dass jede und jeder über ethische Dimensionen und gesellschaftliche Implikationen im Zusammenhang mit Informatiksystemen nachdenken kann und nachdenken sollte [Qu06]. Gewiss soll es dabei nicht darum gehen, Studierende von bestimmten Standpunkten zu überzeugen. Stattdessen sollen sie Kompetenzen zur Bearbeitung entsprechender Fragestellungen erwerben. Nach Quinns Erfahrung funktioniert dies am besten über Rollenspiele, Diskussionsformate oder kleine Projektaufgaben [Qu06]. Kienle und Kunau präsentieren ein Lehrkonzept für die Bachelorausbildung im Fach „Informatik und Gesellschaft“ entlang der ethischen Leitlinien der GI [Ge18], das ihren Erfahrungen nach sowohl auf gute Akzeptanz auf Seiten der Studierenden stößt als auch die gesetzten Lernziele erreicht [KK22]. Letzteres schlussfolgern die Autorinnen aus ihrer Beobachtung der Beiträge der Studierenden in den Lehrveranstaltungen. Bzgl. wissenschaftlicher Untersuchungen der Kompetenzentwicklung in Lehrveranstaltungen zu „Informatik und Gesellschaft“ scheint hingegen ein Forschungsbedarf vorzuliegen: Im deutschsprachigen existieren hierzu erste Vorarbeiten, die bspw. die Entwicklung der ethischen Position in der Entwicklung von Informatiksystemen bei Studierenden untersuchen [PM22].

Zukünftige Arbeiten, die an den Ergebnissen der hier vorgestellten Untersuchung anschließen und aufbauen, sollten einen größeren Überblick über die Situation von „Informatik und Gesellschaft“ in der Hochschullehre anstreben, ggf. auch unter der Verwendung automatisierter Auswertungsverfahren. Außerdem sollten auch die in den entsprechenden Veranstaltungen verwendeten Lehr-Lern-Materialien einbezogen werden, um aussagekräftigere Ergebnisse zu erhalten, als sie aus der Analyse der Curricula gewonnen werden können. Bzgl. eines geschärften Blicks auf die Informatiklehramtsausbildung sollten Anschlussarbeiten untersuchen, inwiefern die Ausbildung in „Informatik und Gesellschaft“ gezielt lehramtsspezifisch erfolgt bzw. erfolgen kann, bspw. integrativ in fachdidaktischen Veranstaltungen und unter besonderer Betrachtung didaktischer Aspekte.

Literaturverzeichnis

[Ga17] Gallenbacher, Jens: Allgemeinbildung in der digitalen, gestalteten Lebenswelt. In: Informatische Bildung zum Verstehen und Gestalten der digitalen Welt, INFOS 2017, 17. GI-Fachtagung Informatik und Schule, S. 19–28. Gesellschaft für Informatik, Bonn, 2017.

[GBSM21] Große-Bölting, Gregor; Scheppach, Lukas; Mühling, Andreas: The Place of Ethics in Computer Science Education. In (Desel, Jörg; Opel, Simone; Siegeris, Juliane, Hrsg.): 9. Fachtagung Hochschuldidaktik Informatik (HDI) 2021. Hochschuldidaktik Informatik, FernUniverstät in Hagen, Hagen, S. 85–91, 2021.

[Ge00] Gesellschaft für Informatik e. V.: Standards zur Akkreditierung von Studiengängen der Informatik und interdisziplinären Informatik-Studiengängen an deutschen Hochschulen. Bonn, 2000. https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/31064.

[Ge05] Gesellschaft für Informatik e. V.: Empfehlungen für Bachelor- und Masterprogramme im Studienfach Informatik an Hochschulen. Bonn, 2005. https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/31039.

[Ge08] Gesellschaft für Informatik e.V.: Grundsätze und Standards für Informatik in der Schule: Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I (Beilage zu LOG IN, 28. Jg. (2008), Heft Nr. 150/151). 2008.

[Ge16a] Gesellschaft für Informatik e.V.: Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I (Beilage zu LOG IN, 36. Jg. (2016), Heft Nr. 183/184). 2016.

[Ge16b] Gesellschaft für Informatik e. V.: Empfehlungen für Bachelor- und Masterprogramme im Studienfach Informatik an Hochschulen (Juli 2016). Bonn, 2016. https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/2351.

[Ge18] Gesellschaft für Informatik e. V.: Ethische Leitlinien der Gesellschaft für Informatik e. V. Bonn, 2018. https://doi.org/10.18420/2018-leitlinien-ethik.

[Ge19] Gesellschaft für Informatik e.V.: Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich (Beilage zu LOG IN, 39. Jg. (2019), Heft Nr. 191/192). 2019.

[Gr22] Grave, Vanessa: Eine Untersuchung zur Integration von Kompetenzen aus dem Inhaltsbereich „Informatik und Gesellschaft“ in Informatikstudiengängen an ausgewählten deutschen Universitäten. Universität Oldenburg, 2022. Unveröffentlichte Bachelorarbeit.

[He11] Helfferich, Cornelia: Die Qualität qualitativer Daten: Manual für die Durchführung qualitativer Interviews. VS Verlag für Sozialwissenschaften / Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Wiesbaden, 4.. Auflage, 2011.

[KK14] Kienle, Andrea; Kunau, Gabriele: Informatik und Gesellschaft: Eine sozio-technische Perspektive. De Gruyter Oldenbourg, München, 2014.

[KK22] Kunau, Gabriele; Kienle, Andrea: Die ethischen Leitlinien der GI als Rahmen für Informatik und Gesellschaft in der Bachelorausbildung. In: INFORMATIK 2022. Gesellschaft für Informatik, Bonn, S. 735–744, 2022.

[Ku14] Kuckartz, Udo: Mixed Methods: Methodologie, Forschungsdesigns und Analyseverfahren. Springer VS, Wiesbaden, 2014.

[Ku19] Kultusministerkonferenz: Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.10.2008 i.d.F. vom 14.03.2019). Berlin, Bonn, 2019. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2008/2008_10_16-Fachprofile-Lehrerbildung.pdf.

[Ma15] Mayring, Philipp: Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken. Beltz Pädagogik. Beltz, Weinheim u.a., 12., überarb.. Auflage, 2015.

[MS16] Modrow, Eckart; Strecker, Kerstin: Didaktik der Informatik. De Gruyter Studium. De Gruyter Oldenbourg, 2016.

[PM22] Pancratz, Nils; Matzner, Matthias: Die ethische Position von Informatikstudierenden bezüglich der Entwicklung von Informatiksystemen. In (Demmler, Daniel; Krupka, Daniel; Federrath, Hannes, Hrsg.): INFORMATIK 2022. Gesellschaft für Informatik, Bonn, S. 711–716, 2022.

[PPH13] Paech, Barbara; Poetzsch-Heffter, Arnd: Informatik und Gesellschaft: Ansätze zur Verbesserung einer schwierigen Beziehung. Informatik-Spektrum, 36(3):242–250, 2013.

[Qu06] Quinn, Michael J.: On teaching computer ethics within a computer science department. Science and Engineering Ethics, 12(2):335–343, 2006.

[RK18] Rädiker, Stefan; Kuckartz, Udo: Analyse qualitativer Daten mit MAXQDA: Text, Audio und Video. Springer Fachmedien Wiesbaden, 2018.

[RW10] Rödiger, Karl-Heinz; Weber, Karsten: ... und noch einmal: Was ist I&G? Ein Blick zurück zur Klärung einer aktuellen Frage. FIfF-Kommunikation 1/2010 "Verantwortung 2.0", 2010.

[SHF22] Schwarz, Richard; Hellmig, Lutz; Friedrich, Steffen: Informatik-Monitor. Gesellschaft für Informatik e. V., 3. Auflage, 2022.

[SP96] Schinzel, Britta; Parpart, Nadja: Informatik und Gesellschaft – Eine Einführung. In (Schinzel, Britta, Hrsg.): Schnittstellen: Zum Verhältnis von Informatik und Gesellschaft. Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden, S. 9–15, 1996.

[St22] Stavrakakis, Ioannis; Gordon, Damian; Tierney, Brendan; Becevel, Anna; Murphy, Emma; Dodig-Crnkovic, Gordana; Dobrin, Radu; Schiaffonati, Viola; Pereira, Cristina; Tikhonenko, Svetlana; Gibson, J. Paul; Maag, Stephane; Agresta, Francesco; Curley, Andrea; Collins, Michael; O'Sullivan, Dympna: The teaching of computer ethics on computer science and related degree programmes. a European survey. International Journal of Ethics Education, 7(1):101–129, 2022.

[Wi03] Witten, Helmut: Allgemeinbildender Informatikunterricht? Ein neuer Blick auf H. W. Heymanns Aufgaben allgemeinbildender Schulen. In: Informatische Fachkonzepte im Unterricht, INFOS 2003, 10. GI-Fachtagung Informatik und Schule, S. 53–69. Gesellschaft für Informatik, Bonn, 2003.

Recommendations for Using Data Management Plans in Academic Research Data Management Training

Christian Riedel[1] Axel Wiepke[2] Boris Jacob[3] Niklas Hartmann[4] Ulrike Lucke[5]

Abstract: In this report, we share our experiences using data management plans (DMP) for the academic teaching of research data management (RDM). We present concepts to train students in a university lecture over a semester and to train researchers in an interdisciplinary collaborative research center in shorter workshop formats. Based on our observations, we provide recommendations for future DMP-based mediations of competencies in handling research data. These recommendations include imparting basic RDM knowledge before building capacities in creating DMPs, establishing feedback loops to evaluate DMPs, and relying on a printed DMP rather than an IT platform when training time is limited.

Keywords: Research Data Management; Data Management Plan; Academic Training

1 Introduction

In recent years, the reproducibility crisis in research has highlighted the importance of effective data management practices to ensure the reliability and transparency of scientific findings that rely on digital data and code [St10, Lo17]. As a result, there has been an increased demand for research data management competencies across all fields of science. The growing adoption of FAIR data principles and the push towards open science has further emphasized the need for better management and sharing of research data [Bo12, Wi16].

To address these challenges, institutions and organizations have begun to promote using data management plans (DMPs) as a tool for training researchers in research data management (RDM) ([Eu18]). DMPs are structured documents that outline how research data will be collected, stored, managed, shared, and preserved throughout the research data life cycle. They have become a common recommendation or requirement for research funding agencies that aim to professionalize and establish standards in research data management. To foster

[1] University of Potsdam, Institute of Computer Science, An der Bahn 2, 14476 Potsdam, Germany, christian.riedel@uni-potsdam.de
[2] University of Potsdam, Institute of Computer Science, An der Bahn 2, 14476 Potsdam, Germany, wiepke@uni-potsdam.de
[3] University of Potsdam, ZIM - Center for Information Technology and Media Management, Am Neuen Palais 10, 14469 Potsdam, Germany, boris.jacob@uni-potsdam.de
[4] Staats- und Universitätsbibliothek Hamburg Carl von Ossietzky, Von-Melle-Park 3, 20146 Hamburg, Germany, niklas.hartmann@sub.uni-hamburg.de
[5] University of Potsdam, Institute of Computer Science, An der Bahn 2, 14476 Potsdam, Germany, ulrike.lucke@uni-potsdam.de

this change in the research community, they promote and increasingly require using DMPs as a project and quality management tool in research.

To that end, several institutions and organizations have implemented DMP training programs, including universities, research institutes, libraries, joint projects, and RDM initiatives [Bi18, NPN21, Au22]. These programs aim to provide researchers with the knowledge and skills needed to create effective DMPs that meet the requirements of funding agencies and ensure that research data is properly created, managed, shared, and reused. By doing so, researchers can improve the reliability and transparency of their research, while also complying with the expectations of funding agencies and the broader scientific community. However, despite the long ongoing debate, the overall implementation of research data management activities could be more extensive across multiple scientific disciplines [Co17, Pe20].

This report aims to provide an overview of the experiences of using DMPs for training competencies in research data management based on three training concepts. The concepts involve short and long-term training with mandatory and voluntary participation. We will examine the benefits and challenges of the respective DMP training programs and provide insights into the best practices for implementing such programs based on our experiences. Overall, this report aims to contribute to the ongoing discussion on improving research data management practices and promoting open science in the scientific community.

2 Training Concepts

In this section, we present three different training concepts that we applied to Master students in computer science at the University of Potsdam and researchers in an interdisciplinary Collaborative Research Center (CRC). The Master's students training comprises a research data management course over one semester where students create a sophisticated DMP for their exam. The training aimed at CRC researchers involves creating a DMP for their specific projects. By providing students and researchers with the necessary skills and knowledge to create effective DMPs, these training concepts aim to promote good RDM practices, ensure that research data is managed effectively, and increase the impact and reproducibility of research projects.

2.1 Training Aimed at Students

The curriculum of the summer semester of 2022 contained a module for network-based storage, which we offer regularly. This specific year, we chose an appropriate context of pressing importance: Research Data Management. The course we offered consisted of a lecture and a practice session each week for 14 weeks, and students voluntarily subscribed to it with a payoff of six Credit Points. The course was open for Bachelor and Master students

in computer, educational, and natural sciences. To combine the necessities of the curriculum with the broad field of RDM, we built the following agenda:

1. Foundations of data management
2. Open access, open data and open science
3. Research data management
4. Storage infrastructure and technologies
5. Ethical and legal aspects
6. National and international initiatives

Alongside the theoretical input of the lectures and the practical deepening of knowledge with exercise sheets, we arranged an excursion to the local server infrastructure of the University of Potsdam and invited RDM experts into the course. Prerequisites for admission to the module examination were solving 50% of the exercise sheets and developing a DMP for a project of choice.

In total, eleven students applied for the course, and eight master students of them completed it. The chosen DMP projects were very diverse and involved hypothetical studies they were interested in, a study they or a research group already conducted, and a preparation of a master thesis. During the semester, we presented several IT platforms to help them develop their DMP. All participating students eventually decided to use RDMO[6].

We used a combined matrix (see table 1) of recommendations of RDMO and learning goals for RDM [Pe22] to evaluate the students' DMPs. The evaluation matrix categories build on the topics addressed during the course. Each category was rated with one point for general information and a second point for further explanation of the given information.

2.2 Training Aimed at Researchers

We conducted two different training concepts designed for researchers in the interdisciplinary CRC 1294 "Data Assimilation". As the CRC incorporates 15 interdisciplinary research projects from mathematics, natural sciences, and related fields, the workshops aim to recognize the diverse needs of researchers across different disciplines, and provide solutions for effectively managing their research data. During this training, participants are introduced to the key concepts and best practices of RDM and are guided through creating a DMP tailored to their specific research project. This involves identifying the project's data management needs and requirements, selecting appropriate data management tools and strategies, and developing a plan for data sharing and preservation.

[6] https://rdmo.uni-potsdam.de/

Category	Explanation
Researchdata-Policies	Relevant Policies of scientific institutions, academic associations, journals and / or funding institutions were addressed.
Ethical Aspects and good scientific practice	Which ethical and legal aspects need to be considered?
Data types and format	Description of the planned data.
	What can the collected data be reused for?
Data protection and personal Data	Do personal data need to be anonymized?
Data security	Who is allowed to access data?
Backups	Are there at least three copies of the data, of which two are in different media and at least one stored externally?
Publication of data	Where will data and findings be published?
Long term storage	Does the plan fit the guidelines regarding archiving the data? Who is responsible for the resources?
Repositories	Which repositories are well suited for the project?
Legal Aspects	Which licenses apply for the data?
Metadata and standards	Which kinds of metadata are levied and do they fit a standard?
Documentation	Where to find further documentation?
Quality	How to ensure data quality in the project?

Tab. 1: Categories for evaluating DMPs

The training programs include a two-hour workshop where participating researchers learn to complete a DMP. The DMP template used in this workshop was created by CRC members in collaboration with the University of Potsdam's research data group and covers aspects of data policies and guidelines, legal and ethical considerations, documentation, and dataset-specific aspects relevant throughout the research data life cycle. In correspondence with these aspects, researchers learn how to classify the research data and code used in their research projects. The classification of these digital artifacts is a crucial component of this workshop. It aims to sensitize participants to the changing requirements of different research data and generate strategies for handling different types of data during their generation, modification, and publication. The DMP Consulting for small research groups involved more individualized training and focused on using a paper and digital version of the CRC-specific DMP on the RDMO platform.

2.2.1 Individual DMP Consulting for Small Research Groups

The individual two-hour consulting session aims to help small research groups in the CRC to fill out or update the CRC-specific DMP. The training is conducted using either a

paper version of the DMP or a digital version of the DMP that is located on the Research Data Management Organiser (RDMO) platform. Unlike the DMP workshop for PhD-level researchers, participants in the consulting session have not received any prior training in research data management. Therefore, the training is designed to be more hands-on and personalized and to provide participants with a more comprehensive understanding of RDM principles and practices.

During the training, participants are guided through creating or updating their DMP. The training is conducted in small groups, which allows for personalized attention and guidance from the trainers. This approach enables participants to develop a deeper understanding of RDM principles and practices and to apply them more effectively to their specific research project, despite not having received any prior RDM training.

2.2.2 DMP Workshop for PhD-level Researchers

The DMP workshop is a mandatory two-hour workshop for PhD-level researchers in the CRC 1294. The workshop intends to provide participants with a more in-depth understanding of RDM and guide them through creating a DMP connected to their research project.

Before attending the workshop, participants have already completed a four-hour RDM workshop a few months earlier, providing them with some basic knowledge of data management. This ensures they have a foundational understanding of RDM principles and are better prepared to engage with the customized DMP workshop.

During the workshop, participants are provided with a paper version of the CRC-specific DMP template that covers all aspects of the interdisciplinary research projects. The workshop begins with an overview of the purpose and importance of a DMP, followed by a discussion of the DMP's key components, such as data collection, storage, sharing, and preservation, and a classification of their research data according to the DMP's components. Participants are then guided through the process of filling out the paper DMP template. At the end of the workshop, participants have completed a DMP, which they can use to guide and update their research data management practices throughout the project's lifecycle. Participants were then asked to share their DMPs for further feedback.

3 Observations

Each of the different training approaches presented unique opportunities and challenges. The most significant ones are summarized below.

Training Aimed at Students

Master students only: The course was open for bachelor and master students alike. The low count of eight students may not represent any reasoning, but it is possible that RDM is

not perceived as relevant at the beginning of the academic career. However, students in the course could position themselves in a subject area, which resulted in lengthy discussions in the exercises.

Projects were found quickly: While preparing the course, we considered making up projects for students that they could elaborate. When asking students to select a project, they all came up with an idea almost instantly. The selected projects were diverse and presented problems similar to those researchers are confronted with. For instance, students expressed concerns such as “I will not generate any data” or "This field is so novel that there are no standards for data or metadata."These concerns were later addressed during the semester.

Same IT platform: During the semester, we presented several templates to aid students in creating a DMP (e.g., DMPTool[7], RDMO, an example DMP, guidelines from Wiss-Grid[8] and guiding questions from Horizon 2020[9]) and addressed the according benefits for specific projects. Ultimately, all DMPs were created using RDMO, which might be due to the appropriate usability of the platform or the best fit for all chosen projects. Another possible explanation is that the students used the same platform to simplify assisting one another.

Individual DMP Consulting for Small Research Groups

Knowledge transfer and IT platforms: We noticed that using a digital version of the DMP on the RDMO platform made the training more challenging because participants had to focus on navigating the tool while paying attention to the DMP’s content. This observation is consistent with our findings from the DMP workshop for PhD-level researchers.

Group size: The training in small research groups allows for a more individual knowledge transfer compared to the larger group in the DMP workshop. We observed that participants were motivated to ask more specific questions about their research project and received more personalized guidance on shaping their DMP according to their specific needs. This observation suggests that individualized DMP training can be more effective than group training, particularly regarding the individual research data management of participating researchers.

Quality of DMPs: Despite the challenges posed by the digital version of the CRC-specific DMP, we found that the overall quality of the generated DMPs was good. Participants were able to fill out the DMP in a way that was appropriate for their research project, and they were able to identify appropriate data management tools and strategies. This observation suggests that even with a more challenging training environment, participants could still create effective DMPs when individual guidance is provided.

DMP Workshop for PhD-level Researchers

[7] https://dmptool.org/
[8] https://www.forschungsdaten.org/images/b/b0/Leitfaden_Data-Management-WissGrid.pdf
[9] https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/gm/reporting/h2020-tpl-oa-data-mgt-plan_en.docx

General understanding: Participants provided positive feedback about the workshop and expressed an overall understanding of the importance of DMPs in research data management. There is a general understanding that DMPs are an excellent tool for including RDM strategies during research. They found the workshop helpful in understanding the critical components of a DMP and identifying appropriate data management tools and strategies regarding their specific research project.

Knowledge transfer and IT platforms: We observed that training DMP competencies over a relatively short workshop is much easier when a printed DMP is used and an additional IT platform such as RDMO is not included in the training. Participants found it straightforward to fill out the paper version of the DMP, as opposed to the digital version that is located on the RDMO platform. This is likely because the printed version is more tangible and easier to handle than the digital version, where navigating through an IT tool that is unknown to most participants causes an additional challenge.

Feedback on the quality of the DMPs: While participants could create DMPs during the workshop, there was minimal follow-up or feedback request on the DMPs that were generated. This means that an actual evaluation of the quality and effectiveness of the DMPs is not possible.

4 Conclusions

Based on our experiences with three distinct training approaches, we identified key conclusions and recommendations for using DMPs as a tool for RDM training.

Firstly, we discovered that prior knowledge of RDM is highly beneficial when teaching DMPs. Participants who had received prior training in RDM could grasp the concepts and apply them to their DMPs more easily. Due to the absence of Bachelor's students in the RDM course, we infer that the perception of the relevance of RDM may increase throughout a researcher's academic career, from undergraduate student to postdoc. From this observation, RDM likely becomes increasingly relevant to everyday research as researchers gain more work experience. Therefore, we recommend addressing RDM early and throughout a researcher's academic career to reinforce and build upon their prior knowledge and to establish feedback routines to evaluate RDM strategies continuously.

Secondly, we found that DMPs serve as an excellent tool to expand, apply and evaluate RDM knowledge. By requiring participants to create a DMP, they have to think critically about their research data and the strategies they will use throughout the research process. DMPs also include various RDM components to assess the students' competencies. Working on DMPs can strengthen and build upon their prior RDM knowledge.

However, we also noted that training in IT platforms for DMP generation could be more effective when participants have existing RDM knowledge. Although IT platforms can be helpful, they may pose additional challenges for those unfamiliar with RDM. Thus,

we recommend using a printed version of the DMP for training when time is limited and participants need to gain prior knowledge on an IT platform for DMP generation. Nonetheless, it is still advisable to allocate sufficient time to work on DMPs and provide regular individual support in small groups when planning RDM training sessions.

Literaturverzeichnis

[Au22] Augsten, Marie Theres; Fischer, Patryk; Kienbaum, Janna; Lehmann, Anna; Paßmann, Sven; Schmiederer, Simon: Forschungsdatenmanagement im Verbund weiterentwickeln–ein Einblick in das Projekt FDNext. Bibliotheksdienst, 56(9):520–537, 2022.

[Bi18] Biernacka, Katarzyna; Dolzycka, Dominika; Helbig, Kerstin; Buchholz, Petra: Train-the-Trainer Konzept zum Thema Forschungsdatenmanagement. Humboldt-Universität zu Berlin, 2018.

[Bo12] Borgman, Christine L: The conundrum of sharing research data. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 63(6):1059–1078, 2012.

[Co17] Cox, Andrew M; Kennan, Mary Anne; Lyon, Liz; Pinfield, Stephen: Developments in research data management in academic libraries: Towards an understanding of research data service maturity. Journal of the Association for Information Science and Technology, 68(9):2182–2200, 2017.

[Eu18] European Commission and Directorate-General for Research and Innovation: Turning FAIR into reality : final report and action plan from the European Commission expert group on FAIR data. Publications Office, 2018.

[Lo17] Lowndes, Julia S Stewart; Best, Benjamin D; Scarborough, Courtney; Afflerbach, Jamie C; Frazier, Melanie R; O'Hara, Casey C; Jiang, Ning; Halpern, Benjamin S: Our path to better science in less time using open data science tools. Nature ecology & evolution, 1(6):0160, 2017.

[NPN21] Neuroth, Heike; Putnings, Markus; Neumann, Janna: Praxishandbuch Forschungsdatenmanagement. De Gruyter, 2021.

[Pe20] Petersen, Mareike; Pramann, Bianca; Toepfer, Ralf; Neumann, Janna; Enke, Harry; Hoffmann, Jana; Mauer, Reiner: Research Data Management-Current status and future challenges for German non-university research institutions. Research Ideas and Outcomes, 6:e55141, 2020.

[Pe22] Petersen, Britta; Engelhardt, Claudia; Hörner, Tanja; Jacob, Juliane; Kvetnaya, Tatiana; Mühlichen, Andreas; Schranzhofer, Hermann; Schulz, Sandra; Slowig, Benjamin; Trautwein-Bruns, Ute; Voigt, Anne; Wiljes, Cord: , Lernzielmatrix zum Themenbereich Forschungsdatenmanagement (FDM) für die Zielgruppen Studierende, PhDs und Data Stewards, September 2022.

[St10] Stodden, Victoria: The scientific method in practice: Reproducibility in the computational sciences. 2010.

[Wi16] Wilkinson, Mark D; Dumontier, Michel; Aalbersberg, IJsbrand Jan; Appleton, Gabrielle; Axton, Myles; Baak, Arie; Blomberg, Niklas; Boiten, Jan-Willem; da Silva Santos, Luiz Bonino; Bourne, Philip E et al.: The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. Scientific data, 3(1):1–9, 2016.

Der Book Sprint als agile didaktische Methode in der Lehre - ein Erfahrungsbericht

Karoline Busse[1], Arno Heinen[2]

Abstract: Ein Book Sprint ist eine kollaborative Methode, um innerhalb kurzer Zeit ein Buch zu schreiben und zu veröffentlichen. In diesem Praxisbericht wird die Durchführung eines solchen Book Sprints zur Wissenssicherung und -synthese als Projektwochenangebot im dritten Jahr eines dualen Bachelorstudiengangs Verwaltungswissenschaften mit 28 Teilnehmenden beschrieben. Bei der Konzeption wurde auf Material der Viadrina-Universität Frankfurt zurückgegriffen. Während der Großteil des Lehrveranstaltungsformats direkt adaptiert werden konnte, wurde in einigen Punkten variiert, um das geplante Lernziel der Selbsterfahrung des agilen Projektmanagements optimal abzubilden. So entstand ein Format, das sowohl im Präsenz- als auch im Online-Unterricht durchführbar ist und die Studierenden das agile Projektmanagement näherbringt, während sie im Book Sprint inhaltlich den vorangegangenen Vorlesungsstoff vertiefen. Am Ende des Sprints wurde Feedback der Studierenden in Form einer 4L-Retrospektive eingeholt. Dieses zeigt, dass die Methode zwar vergleichsweise ressourcenintensiv ist, jedoch auch viel Neues und als praxisrelevant Empfundenes vermittelt. Dieser Praxisbericht soll das Vorgehen detailliert nacherzählen und so anderen Dozierenden helfen, ein ähnliches Format im Projektunterricht anzubieten.

Keywords: Praxisbericht; Agile Methoden; Book Sprint

1 Einleitung

An der Kommunalen Hochschule für Verwaltung in Niedersachsen (HSVN) beginnen jährlich über 500 Studierende ihr duales Studium in den Fächern „Allgemeine Verwaltung“ und „Verwaltungsbetriebswirtschaft“. Dieses Studium gliedert sich in neun Trimester. In den letzten zwei Trimestern ein Wahlpflichtangebot besteht, in dessen Rahmen zwei Vorlesungen und ein Projektwochenangebot wahrgenommen werden. Typischerweise bestehen diese Projektangebote aus Exkursionen oder vertiefendem Unterricht.

Im Studienjahr 2020/21 hat sich das Team des Instituts für Digitalisierung und Datenschutz (ID2) der HSVN ein Wahlpflicht-Kombi-Angebot zum Thema „IT-Projektmanagement in der Kommunalverwaltung“ entworfen. Dieses Angebot bestand aus zwei wissensvermittelnden Fächern sowie der als Book Sprint konzipierten Projektwoche, in der die Studierenden das Erlernte in einem Handlungsleitfaden für Kommunalverwaltungen aufbereiteten.

[1] Niedersächsisches Studieninstitut für kommunale Verwaltung e.V., ID2 - Institut für Digitalisierung und Datenschutz, Wielandstraße 8, 30169 Hannover, Deutschland. karoline.busse@nsi-hsvn.de
[2] ebd., arno.heinen@nsi-hsvn.de

Seitens der Lehrenden wurde die Methode als gelungen empfunden, für den Einsatz im hochschulischen Kontext einer Projektwoche muss jedoch einiges bedacht werden. Eine weitere Herausforderung bestand in der Pflicht zur Onlinelehre, wofür das Instrument angepasst werden musste. Wir möchten daher in diesem Erfahrungsbericht unsere Anpassungen aufzeigen und aus der Durchführung mit Studierenden berichten.

2 Aufbau des Unterrichts

Insgesamt bestand das Modulpaket aus 108 Unterrichtsstunden (Uh), verteilt auf je 27 Uh in den beiden Wahlpflichtfächern und 54 Uh in der Projektwoche. Der Unterricht fand während der Trimester etwa zweiwöchentlich in Blöcken von drei bis vier jeweils 90-minütigen Zeiteinheiten statt. Aufgrund der Corona-Pandemie wurden alle Termine online abgehalten. Als zentrale Kommunikationsplattform wurde StudIP verwendet. Der Präsenzunterricht fand über ein eingebettetes BigBlueButton-Videokonferenzsystem statt. Flankierend dazu wurden die Dateiablage, das Wiki, sowie das externe Tool Cryptpad als kollaboratives Schreibwerkzeug eingesetzt. Außerhalb der Präsenzunterrichtszeiten hatten die Studierenden die Möglichkeit, eigenständig weitere BigBlueButton-Räume für Gruppenarbeiten und zur allgemeinen Vernetzung zu nutzen.

Den Rahmen für das Angebot bildete die fiktive Stadt Juxhaven. Das Dozierendenteam erstellte Personas [Co08] für wichtige Entscheider*innen im Digitalisierungskontext der Stadt (Datenschutzbeauftragter, Leiterin der Digitalisierungsabteilung, Informationssicherheitsbeauftragte*r, IT-Leitung, User Advocate), die im Laufe der Vorlesungen eingebunden wurden. Die Studierenden wurden so in die Rolle des Projektteams zur Einführung eines konkreten Produkts in Form einer Videokonferenzlösung versetzt. Die zum damaligen Zeitpunkt vier Dozierenden des Instituts teilten den Unterricht entsprechend ihrer fachlichen Kompetenzen – Verwaltungsdigitalisierung, eGovernment, Datenschutz, Informationssicherheit – unter sich auf. In den Unterrichtseinheiten zu Informationssicherheit und "Wie finktioniert eine Videkonfernezsoftware?"wurden grundlegende informatische Inhalt vermittelt, der Schwerpunkt lag jedoch auf dem Bereich Projektmanagement.

Den Abschluss des Angebots bildete die Projektwoche. Während dieser haben die Studierenden inhaltlich selbstständig mit der Methode des Book Sprints anhand des in den vorangegangenen Monaten erlernten Wissens einen Handlungsleitfaden zur Einführung einer Videokonferenzsoftware für Kommunalverwaltungen entworfen und veröffentlicht. Die Dozierenden übernahmen während der Projektwoche lediglich koordinierende und moderierende Aufgaben, sodass bis auf eine Runde fachlich-inhaltliches Feedback die Erstellung des Leitfadens vollständig in der Hand der Studierenden lag.

3 Die Methode Book Sprint

Die Methode des Book Sprints wurde Anfang der 2000er-Jahre aus der Open Source Community heraus entwickelt [Ke12; La11]. Bei einem modernen Book Sprint wird mit einer Gruppe von Expert*innen innerhalb einer kurzen Zeitspanne – in der Regel fünf Tage – ein Buch gemeinsam geschrieben und publiziert. Dabei werden die Expert*innen von einer oder mehreren „Facilitators“ begleitet. Die Hauptaufgabe der Facilitators besteht darin, die Autor*innen von allem zu befreien, das sie vom Schreiben und der inhaltlichen Arbeit abhält. Dazu gehört beispielsweise die organisatorische Vorbereitung, die Moderation von Gruppentreffen und die Bereitstellung von Tools zum kollaborativen Arbeiten [HB18].

4 Anpassung für eine studentische Projektwoche

Für einen Book Sprint im hochschulischen Bildungskontext haben sich die vier Dozierenden an dem von Henry und Voigt an der Europa-Universität Viadrina veröffentlichten Leitfaden orientiert [HV18]. In diesem Konzept arbeiten Studierende in kleinen Gruppen um wissenschaftliche Fachartikel zu verfassen, zusätzlich werden Reflexionsaufgaben eingeflochten. Organisatorisch wurde der Book Sprint an der Viadrina an das reguläre Semestercurriculum angeschlossen, die Teilnehmenden sollten sich im Vorfeld ein Thema aus den Vorlesungen des Semesters heraussuchen, über das sie schreiben wollten [HV18]. Zur besseren Heranführung der Studierenden wurden ein Gesamtzeitplan sowie weitere Pläne und Vorlagen, beispielsweise ein Rollenplan, entworfen [HV18].

Für den durchgeführten Book Sprint wurden einige Anpassungen an der Methode vorgenommen. Während der Book Sprint an der Viadrina ein schreibdidaktisches Lernziel verfolgte, sollte die Projektwoche an der HSVN das agile Projektmanagement als Kontrast zum im Unterricht gelernten „klassischen“ IT-Projektmanagement als Lernziel vermitteln. Die Methode der Selbsterfahrung wurde in Anlehnung an das Agile Manifesto [Be01], in dem Zusammenarbeit und Ergebnisse über Prozessbeschreibungen und Dokumentation gestellt werden, als überaus passend empfunden. Die im Konzept der Viadrina veranschlagten Reflexionsphasen wurden in der Adaption zu einer Scrum-Retrospektive als Nachmittagsauftakt des vorletzten Projektwochentags eingedampft. Im Folgenden skizzieren wir unsere Adaptionen und Änderungen gegenüber der Vorlage von Henry & Voigt.

4.1 Endprodukt

Während im Konzept der Viadrina pro Gruppe von 3-5 Studierenden ein Fachartikel als Endergebnis vorgesehen war, haben wir als Zielpublikation einen Handlungsleitfaden für Kommunalverwaltungen vorgegeben. Die Studierenden arbeiteten in Gruppen an einzelnen Kapiteln des Leitfadens, diese wurden in der Auftakt-Redaktionskonferenz selbstorganisiert durch die Studierenden verteilt. In der zweiten Wochenhälfte wurden die

einzelnen Teilergebnisse dann schrittweise wieder zusammengefügt. Der fertige Leitfaden wurde in der finalen Redaktionskonferenz mit Hilfe der Dozierenden im Downloadbereich des ID2 unter CC BY-NC-SA 4.0 veröffentlicht [3]. Die Studierenden haben diese Lizenz selbst gewählt, seitens der Dozierenden gab es lediglich einen Input zu Open Access.

4.2 Zeitplanung

Die Reflexionsphasen wurden aufgrund des unterschiedlichen Lernziels größtenteils gestrichen. Die Gruppe kannte sich bereits durch die vorangegangenen Vorlesungen im Wahlpflichtbereich, weiteres Team Building war demnach nicht notwendig. In überwiegenden Teilen wurde der von Henry und Voigt skizzierte Projektplan übernommen, insbesondere was die Arbeitsschritte in den einzelnen Schreibphasen und Redaktionskonferenzen anging.

Auf dem detaillierten Zeitplan, der den Studierenden zu Beginn der Projektwoche bereit gestellt wurde, fanden sich auch die internen Termine des Dozierendenteams wieder. Diese bestanden aus einer täglichen Besprechung angelehnt an ein „Daily Scrum“, sowie aus dem fachlichen Review der Texte am dritten Tag spätnachmittags. Wir wollten den Studierenden im Sinne einer Transparenzkultur, die für agiles Arbeiten wichtig ist, nichts vorenthalten. Ebenfalls wurde die Verfügbarkeit der einzelnen Dozierenden für den kommenden Tag im jeweiligen Abschlussplenum kommuniziert.

4.3 Rollenplanung

Der Leitfaden von Henry und Voigt enthält die in Tabelle 1 aufgeführten Rollenbeschreibungen. Ebenso findet sich in der Publikation bereits ein beispielhafter Rollenbesetzungsplan darüber, welches Gruppenmitglied in welcher Arbeitsphase welche Rolle übernimmt. Die Studierenden wählen hier ihre Rollen selbst. Auch schlägt der Rollenplan eine durchgehend einheitliche Besetzung des Projektmanagements vor, was mit unserem Lernziel nicht im Einklang stand. Wir haben deshalb eine Vorlage mit vorgegebener Rollenverteilung über die gesamte Projektwoche erstellt. So wird garantiert, dass jede Person sich einmal in jeder Rolle wiederfindet und so die Aufgaben und Verantwortungen im Geiste des Lernziels selbst erleben kann. Zusätzlich erhielten die Studierenden eine Übersicht der Rollen mit einer kurzen Aufgabenbeschreibung und den jeweiligen Verantwortlichkeiten.

Die Rolle der Quellenpolizei wurde von uns gestrichen, da in unserer Projektwoche bereits erlerntes und bei den Studierenden vorhandenes „Handbuchwissen“ [Fl80] abgerufen werden sollte. Die Quellenrecherche spielte somit nur eine untergeordnete Rolle und konnte in die jeweiligen Autor*innen-Rollen integriert werden.

[3] `https://id2.nsi-hsvn.de/downloads/`

Rolle	Erläuterung
Junior-Autor*innen	Verantwortliche für einen Textteil
Senior-Autor*innen	Verantwortlich für den Gesamttext
Reviewer*innen	Konstruktives Feedback für eine andere Gruppe
Lektor*innen	Konstruktives Feedback für die eigene Gruppe
Quellenpolizist*innen	Verantwortung für Quellen
Layouter*innen	Formatierung des fertigen Textes
Projektmanager*innen	Gesamtüberblick und Zeitmanagement

Tab. 1: Rollen im Book Sprint nach Henry und Voigt [HV18]

4.4 Rolle der Dozierenden

Die vier Dozierenden, die im Kontext des Wahlpflicht-Pakets die Studierenden unterrichtet und betreut hatten, traten während der Projektwoche teils als Moderation, teils als fachliche Input- und Feedbackgebende auf. Diese Rollenänderung wurde im Auftakttreffen zur Projektwoche am Morgen des ersten Tages klar kommuniziert und vollzogen, indem den Studierenden im Anschluss das Feld aktiv überlassen wurde.

Im Einklang mit dem Durchführungsleitfaden von Heller und Brinken [HB18] haben zwei Dozierende (die Autor*innen dieses Berichts) die Aufgabe der Facilitators für den Book Sprint übernommen. Die Anforderung, dass eine Person aus dem Facilitator-Team bereits Book Sprint-Erfahrung haben sollte [HB18], konnten wir leider nicht erfüllen. Allerdings hatte ein Facilitator bereits praktische Erfahrungen mit agilem Projektmanagement. Diese beiden Dozierenden zogen sich im weiteren Verlauf der Projektwoche – mit Ausnahme des fachlichen Feedbacks im dafür vorgesehenen Zeitslot – völlig aus der inhaltlichen Arbeit am Leitfaden zurück und boten stattdessen nach Art eines „Scrum Masters“ den organisatorischen Rahmen durch Bereitstellung nötiger Tools, Vorlagen und Meetingräume sowie durch die Überwachung des Zeitplans und dessen Einhaltung. Mindestens eine, meist jedoch beide, dieser Personen stand(en) den Studierenden stets als Kontakt zur Verfügung.

Die beiden anderen Dozierenden lieferten im Verlauf der Projektwoche jeweils einen kurzen fachlichen Input zu den Themen „Konstruktives Textfeedback“ beziehungsweise „Open Access-Lizenzen“. Am Vormittag des vierten Tages gaben alle Dozierenden ihr fachlich-inhaltliches Feedback zu den Texten an die jeweiligen Gruppen weiter.

4.5 Retrospektive

Mit dem Instrument der Retrospektive wird der in vielen Managementsystemen zu findende Zyklus zur stetigen Verbesserung (vgl. PDCA [Sh86]) in agilen Arbeitsweisen implementiert.

An Stelle der von Henry und Voigt vorgesehenen Reflexionsphasen haben wir wie bereits skizziert nur zwei Reflexionen in Form einer Scrum-Retrospektive eingeflochten. Am

Nachmittag des vierten Tags wurden die Studierenden zunächst angewiesen, innerhalb ihrer Gruppen eine vertrauliche Retrospektive durchzuführen. In beiden Fällen haben wir uns für die Variante der 4L-Retrospektive entschieden, bei der das Feedback in die vier Quadranten "liked - Was hat mir gefallen?", "learned – Was habe ich gelernt?","lacked – Was hat mir gefehlt?" und "longed for – Wonach habe ich mich gesehnt?" kategorisiert wird [GG10].

Wir haben uns explizit für das 4L-Format entschieden und nicht für ein anderes verbreitetes Format wie die Starfish-Retrospektive [Ku06], weil hier explizit nach Lernerfolgen gefragt wird und, weil das Format gut für einen einzelnen „Sprint" funktioniert im Gegensatz zu Formaten, die mit einer „continue"-Kategorie bereits auf den nächsten Sprint vorausblicken. Die Vorstellung und Anleitung der Methode stand den Studierenden als Selbstlern-Material über StudIP zur Verfügung und wurde im Plenum am Morgen des Tages beworben. Zur Durchführung der Retrospektiven wurde das online-Tool scrumlr.io [4] verwendet, in dem die Studierenden registrierungsfrei und auch unter Psuedonymen teilnehmen konnten. In zwei Runden wurden mit dem Tool zunächst Feedback-Karten in den vier Kategorien erstellt, anschließend fand ein Zustimmungsvoting statt ohne Begrenzung der Voten. Beide Phasen waren auf je zehn Minuten begrenzt.

Die Retrospektive zum Gesamtprojekt des Book Sprints wurde am letzten Tag der Projektwoche im Plenum durchgeführt, anschließend haben die Facilitators die über scrumlr automatisiert aggregierten und gewichteten Ergebnisse vorgestellt und in ihrer Form als Stakeholder der Projektwoche Stellung genommen. Es gab viel Lob für das Projekt, die Studierenden haben direkt gemerkt, wie viel sie durch den vorangegangenen Unterricht gelernt hatten. Auch die unmittelbare Publikation des Ergebnisses hat vielen gefallen. Die größte genannte Kritik war der hohe Zeitaufwand für die Projektwoche, insbesondere im Vergleich zu alternativen Projektwochen-Formaten.

5 Lessons Learned

Das typische Ziel eines Book Sprints wurde erreicht: Am letzten Tag der Projektwoche wurde der „Handlungsleitfaden für die Einführung einer Videokonferenzlösung" [Al21] unter einer CC BY-NC-SA 4.0 Lizenz veröffentlicht. Er findet sich im Download-Bereich der Website des ID2 [5], die aufgrund anderer bereits dort veröffentlichter Dokumente einen hohen Bekanntheitsgrad in der Zielgruppe hat. Doch auch über die Landesgrenze hinaus fand der Leitfaden Beachtung: Das Dozierendenteam durfte telefonisch ein äußerst positives Feedback von einer Versicherungsgesellschaft aus Mitteldeutschland entgegennehmen, die anhand des Leitfadens im eigenen Hause eine Videokonferenzlösung erfolgreich eingeführt hat. Explizit gelobt wurde die Herstellerneutralität des Leitfadens, denn vergleichbare Dokumente würden sich üblicherweise nur auf einen spezifischen Softwarehersteller und dessen Produkte konzentrieren.

[4] https://scrumlr.io
[5] https://id2.nsi-hsvn.de/downloads/

Das Lernziel wurde nach dem Eindruck der Dozierenden, der durch das Feedback der Retrospektive bestätigt wurde, ebenfalls erreicht. Die Studierenden haben einen praktischen Eindruck in die agile Projektarbeit gewonnen und waren spürbar motiviert und engagiert. Auch die fachlichen Inhalte wurden korrekt und im passenden Umfang aufbereitet. Wie bei Gruppenarbeiten üblich, bekamen wir auch zu unserem Projekt das Feedback, dass einige Gruppenmitglieder weniger Engagement und Leistung übernommen haben als andere. Dies sehen wir jedoch als generelles Problem von Gruppenarbeiten an und nicht als Schwäche des spezifischen Formats.

Im Vorfeld gab es im Dozierendenteam Bedenken, dass die durch den Distanzunterricht an Frontalformate und eine weitestgehend „unsichtbare“ Teilnahme am Unterricht hinter dem eigenen Bildschirm gewöhnten Studierenden nicht mit der durch die Methode geforderten Selbstständigkeit arbeiten würden. Diese Bedenken wurden jedoch bereits in der ersten Redaktionskonferenz zum Auftakt eindeutig zerstreut. Bereits vom ersten Arbeitsauftrag an agierten die Studierenden selbstständig und eigenverantwortlich und zeigten insbesondere eine hohe Verbindlichkeit zu den Meilensteinen während der Woche. Das Format wurde angenommen, die Arbeit verlief ohne Eskalationen an das Dozierendenteam und wurde von allen Beteiligten als sehr professionelle Atmosphäre wahrgenommen. Maßgeblich dazu beigetragen haben aus Sicht der Studierenden die klaren Rollenverteilungen und Anforderungen an das Produkt sowie der genau eingehaltene Zeitplan.

Die bereitgestellten Materialien (Zeit- und Rollenpläne, Formatvorlage des fertigen Leitfadens) wurden reibungsfrei von den Studierenden angenommen. Das verwendete Tool zum kollaborativen Schreiben (Cryptpad) funktionierte angemessen innerhalb der drei- bis fünfköpfigen Gruppen, während der Zusammenführung der Kapitel arbeiteten jedoch zeitweise über 20 Personen aktiv am Dokument, was das Tool sichtlich überlastete. Die Gruppe wechselte aus diesem Grund eigenständig zu privaten Office-Dokumenten, die über Screen Sharing von einer Person bearbeitet wurden, während andere ihre Teile über Cryptpad oder per Email übermittelten. Mittlerweile wurde im StudIP ein Etherpad-Plugin bereitgestellt, das möglicherweise eine gute Alternative für die anfängliche Schreibphase darstellen könnte. Für die finale Zusammenführung sehen wir aktuell keinen Weg abseits einer Office Suite, denn für die Einrichtung der in Book Sprints üblicherweise genutzten Tools und Publishing Pipelines [Wo23] ist der Aufwand zu groß und die realistischen Möglichkeiten unserer hauseigenen IT-Abteilung zu gering. Die Platzhirsche des kollaborativen Editings – Microsoft 365 und Google Docs – scheiden im Kontext der Verwaltungsausbildung leider aufgrund von Unvereinbarkeiten mit dem europäischen Datenschutzrecht aus [AG22]. LaTeX halten wir aufgrund der steilen Lernkurve ebenfalls für ungeeignet.

Größter bei der Retrospektive genannter Kritikpunkt am Format war der hohe Zeitaufwand für die Studierenden, insbesondere im Vergleich zu anderen, parallel angebotenen Projekten. Die Gesamtarbeitszeit für den Book Sprint müsste nach Schätzung der Dozierenden vermutlich um 30-50% reduziert werden, damit das Angebot im Zeitumfang vergleichbar mit dem Rest der Projektwochenangebote an der HSVN würde. Dies ist der Grund, warum das Format bisher nicht wiederholt wurde. Es erscheint uns schwierig, den Schreibprozess

inklusive Feedbackzyklen so weit einzudampfen. Eine Erwägung wäre es jedoch, den Book Sprint als Projektwocheninhalt inklusive veranschlagten Zeitaufwandes bereits während der Auswahlphase für das Wahlpflichtangebot zu skizzieren, beispielsweise innerhalb der Modulbeschreibung. Dies war uns in diesem Fall nicht möglich, da die Idee zum Book Sprint erst nach Ende der Auswahlphase entwickelt wurde.

Zu den Feedbackzyklen, insbesondere zum fachlichen Feedback durch die Dozierenden, gab es ebenfalls Rückmeldung in der Retrospektive. Die Studierenden wünschten sich bereits früher im Prozess Rückmeldung von den Dozierenden, statt wie von Henry und Voigt entworfen am Vormittag des vierten Tages. Wir sehen eine Möglichkeit, diese Phase um einen halben Tag auf den frühen Nachmittag des dritten Tages, also vor das Zusammenfügen der einzelnen Textteile, zu verschieben. Dennoch halten wir es für sinnvoll, dass zunächst eine Feedbackphase der Gruppen untereinander stattfindet, bevor die Dozierenden ihr eigenes Feedback bereitstellen. Eine Verschiebung des Dozierendenfeedbacks auf den Nachmittag des dritten Tages brächte außerdem die Herausforderung mit sich, dass die Dozierenden nur während der 60-minütigen Mittagspause am Text arbeiten könnten. Es zeigte sich, dass der eine oder die andere Kolleg*in letztlich etwas mehr Zeit benötigt hatte. Hier könnte jedoch eine Arbeitsaufteilung auf weitere Fachkolleg*innen helfen.

Die Arbeitslast für die Lehrenden hielt sich im Vergleich zu einem klassischen Projektwochenformat (vgl. Abschnitt 1) in Grenzen. Wie üblich bei Methoden, in denen die Lehrenden den Lernenden die Bühne überlassen, ist der Vorbereitungsaufwand maßgeblich. Hier fielen insbesondere die Anpassung der Zeitplanung und die Erstellung des Rollenplans sowie der Formatvorlage ins Gewicht. Während des Book Sprints arbeiteten die Dozierenden zeitlich weniger als die Studierenden, waren durch die „Rufbereitschaft“ jedoch nicht gänzlich frei bezüglich anderer Aufgaben. Leichte inhaltliche und administrative Aufgaben waren jedoch problemlos vereinbar mit der Arbeit am Book Sprint.

6 Fazit

Ein Book Sprint ist eine passende Methode, um innerhalb einer Projektwoche einen thematischen Bereich des Unterrichts durch die Studierenden aktiv aufarbeiten zu lassen. Auch wenn die Durchführung eines Book Sprints im Vergleich deutlich zeitaufwändiger ist als eine „klassische“ Projektwoche, so schien es den Studierenden dennoch gefallen zu haben. Die Vorlage von Henry und Voigt war dabei eine wertvolle Grundlage für die Durchführung. Unsere Anpassungen werden wir gesammelt bereitstellen und in einem OER-Repositorium veröffentlichen.Des Weiteren stehen die Autor*innen dieses Beitrags gern zur Verfügung, bei der Vorbereitung von Book Sprints an anderen Hochschulen zu beraten und unterstützen. Wir sehen diese Methode als ein wertvolles Werkzeug an, um aktiv Projektmanagementkenntnisse zu vermitteln, Studierende effektiv zu aktivieren, agiles Arbeiten erlebbar zu machen und ein Gemeinschaftsgefühl auch über Distanz zu erzeugen.

Literatur

[AG22] AG DSK Microsoft Onlinedienste: Zusammenfassung der Bewertung der aktuellen Vereinbarung zur Auftragsverarbeitung. Datenschutzkonferenz/, Nov. 2022.

[Al21] Alt, K.; Bähre, J.-M.; Bensch, A.; Busch, L.; Dopheide, N.; Engel, C.; Fuchs, S.; Göttling, N.; Hanel, T.; Hartmann, L.; Jurisch, D.; Kamp, P.; Kreher, T.; Labud, L.; Lauruschkat, T.; Lübbers, S.; Manthey, J.; Müller, G.; Müller, K.; Neumann, M.; Pormann, L.; Roloff, N.; Röpke, F.; Rörtgen, A.; Schöbel, D.; Seeberger, K.; Wallenhorst, L.; Wendt, J.: Handlungsleitfaden für die Einführung einer Videokonferenz-Lösung. de,/, hrsg. von Peters, I.; Busse, K.; Heinen, A.; Sandvoß, D., Mai 2021.

[Be01] Beck, K.; Beedle, M.; van Bennekum, A.; Cockburn, A.; Cunningham, W.; Fowler, M.; Grenning, J.; Highsmith, J.; Hunt, A.; Jeffries, R.; Kern, J.; Marick, B.; Martin, R. C.; Mellor, S.; Schwaber, K.; Sutherland, J.; Thomas, D.: Manifesto for Agile Software Development, 2001, URL: http://www.agilemanifesto.org/, Stand: 21. 03. 2023.

[Co08] Cooper, A.: The origin of personas. cooper.com/, Mai 2008, URL: https://web.archive.org/web/20150118054429/http://www.cooper.com:80/journal/2003/08/the%5C_origin%5C_of%5C_personas.html, Stand: 21. 03. 2023.

[Fl80] Fleck, L.: Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache. Suhrkamp, 1980.

[GG10] Gorman, M.; Gottesdiener, E.: The 4L's: A Retrospective Technique. en-US, EBG Consulting/, Juni 2010, URL: https://www.ebgconsulting.com/blog/the-4ls-a-retrospective-technique/, Stand: 21. 03. 2023.

[HB18] Heller, L.; Brinken, H.: How to run a book sprint – in 16 steps, ën-US", Nov. 2018, URL: https://blogs.lse.ac.uk/impactofsocialsciences/2018/11/20/how-to-run-a-book-sprint-in-16-steps/, Stand: 21. 03. 2023.

[HV18] Henry, G.; Voigt, A.: Von Null auf Publikation – Booksprint für Studierende. Schreibzentrum der Europa-Universität Viadrina, 2018.

[Ke12] Kean, M.: Open source publishing, 'book sprints' and possible futures. en, Junctures: The Journal for Thematic Dialogue 15/, 2012, ISSN: 1179-8912, URL: https://junctures.org/index.php/junctures/article/view/219, Stand: 21. 03. 2023.

[Ku06] Kua, P.: The Retrospective Starfish. thekua.com/, März 2006, URL: https://www.thekua.com/rant/2006/03/the-retrospective-starfish/, Stand: 21. 03. 2023.

[La11] Larusso, S.: Out of Ink | Thomas Krag on Booksprint and Collaborative Authoring, Mai 2011, URL: https://networkcultures.org/outofink/2011/05/23/thomas-krag-on-booksprint-and-collaborative-authoring/, Stand: 21. 03. 2023.

[Sh86] Shewhart, W. A.: Statistical method from the viewpoint of quality control. Dover, New York, 1986, ISBN: 978-0-486-65232-0.

[Wo23] Worthington, S.: ADA Semantic Publishing Pipeline, https://github.com/NFDI4Culture/ada, 2023, Stand: 21. 03. 2023.

VI Unterstützung von Studierenden

Verbesserung der Inanspruchnahme eines Peer-to-Peer-Unterstützungsangebotes zu einer Grundlagenvorlesung über Programmierung

Martin Weinert [1]

Abstract: Peer-to-Peer-Angebote sind fester Bestandteil der Lehr-/Lernkultur an deutschen Hochschulen. Sie unterstützen Studierende beim Studieneinstieg, aber auch beim Erwerb und der Erweiterung fachlicher Kompetenzen. Wir haben daher ein Peer-to-Peer-Angebot zu einer Grundlagenvorlesung in der Informatik untersucht, um seinen Beitrag beim Erwerb fachlicher Kompetenzen zu erfassen. Zentrales Ergebnis der Untersuchung ist, dass Informatik-Studierende das Ausmaß ihrer fachlichen Kompetenzen am Ende des Semesters nicht immer präzise einschätzen können. Als Folge nehmen sie selten die auf ihren fachlichen Kompetenzerwerb zugeschnittenen Unterstützungsangebote, wie Peer-to-Peer-Angebote, in Anspruch. Damit mehr Erstsemester-Studierende Angebote zur Erhöhung von Studienerfolgen nutzen, sind zusätzliche Angebote erforderlich, die Studierende zu präziseren Selbsteinschätzungen ihrer fachlichen Kompetenzen befähigen.

Keywords: Peer-to-Peer-Unterstützung, HelpDesk, Selbsteinschätzung, Studierenden-Vorstellungen, Qualitative Inahltsanalyse

1 Einleitung

Begleitend zu Hochschulvorlesungen werden häufig Begleitveranstaltungen angeboten, die von Studierenden höherer Semester betreut werden. Diese haben die Aufgabe, den Studieneinstieg und den Erwerb fachlicher Kompetenzen zu erleichtern. Maßnahmen, die die Studierenden bei ihrem Lernfortschritt unterstützen und auf die Steigerung der Studienqualität ausgerichtet sind, finden auch in der Forschung zur Hochschuldidaktik Beachtung [Ti18]. Speziell in der Informatik wird u. a. darauf abgezielt, den Anteil der Studienabbrüche zu reduzieren [GWS21, Bö21]. Dies ist insbesondere im Bereich der Programmierung wichtig, da Lernende hier vor großen, verschiedenartigen Hürden stehen [Lu18, QL17]. Daher brauchen gerade diese Studierenden für sie geeignete Unterstützungsangebote.

Wir haben daher ein solches Unterstützungsangebot unserer Universität untersucht, das zu einer Grundlagenvorlesung zur Programmierung (*DAP1*) angeboten wird. Die Vorlesung *DAP1* umfasst verschiedene grundlegende Datenstrukturen, Algorithmen und eine Einführung in die Programmierung mit der Programmiersprache *Java*. Das zugehörige Unterstützungsangebot findet unter der Bezeichnung *HelpDesk* in einer Online- und einer

[1] TU Dortmund, martin.weinert@cs.tu-dortmund.de

Präsenz-Variante statt. Beide Varianten werden von Informatik-Studierenden höherer Semester betreut und bieten den Teilnehmenden der Vorlesung die Möglichkeit, Unterstützung bei Fragen oder anderen veranstaltungsbezogenen Anliegen zu erhalten.

Ausgangspunkt unserer Untersuchung war die Beobachtung, dass die HelpDesk-Angebote in einem nicht zufriedenstellenden Ausmaß genutzt wurden. Gewünscht war also, die Inanspruchnahme der Angebote durch die Studierenden zu steigern. Da jedoch die Ursachen für die geringe Nutzung unklar waren, sind wir der Frage nachgegangen, aus welchen Gründen viele Studierende die HelpDesk-Angebote nicht in Anspruch nehmen.

Um diese Frage zu beantworten, haben wir zunächst Hypothesen gebildet, die als Grundlage für die Entwicklung eines Fragebogens dienten. Die mithilfe dieses Fragebogens erhobenen Daten haben wir anschließend qualitativ und quantitativ ausgewertet und aus den Resultaten Antworten auf die Forschungsfrage abgeleitet. Zentrales Ergebnis der Untersuchung ist, dass die Studierenden ihr fachliches Kompetenzniveau nicht treffend einschätzen und den HelpDesk daher nicht als für sie sinnvolles Angebot wahrnehmen. Zusätzlich fehlt einigen Studierenden eine konkrete Vorstellung davon, was im HelpDesk angeboten wird.

Im Folgenden stellen wir in Abschnitt 2 zunächst das Vorgehen und die Methoden im Detail vor. Anschließend werden in Abschnitt 3 die Ergebnisse der Untersuchung präsentiert und in Abschnitt 4 interpretiert. Schließlich diskutieren wir in Abschnitt 5 mögliche Gegenmaßnahmen.

2 Methodik

Unser übergeordnetes Ziel besteht in der Verbesserung der Unterstützungsangebote für Studierende. Dies setzt voraus, dass die Angebote genutzt werden, was wiederum auf der Kenntnis und dem Verständnis der Angebote bei der Zielgruppe basiert. Aus konstruktivistischer Sicht wird dies jedoch nicht übermittelt, sondern von jedem Individuum selbst konstruiert. Die aus diesem Konstruktionsprozess resultierenden mentalen Modelle sind daher subjektiv und können von einer akkuraten Repräsentation der Wirklichkeit abweichen [Pa21]. Somit ist eine mögliche Ursache für den Nichtbesuch der HelpDesks das Vorhandensein von Fehlvorstellungen [QL17] über die Angebote. Ein konkretes Forschungsziel war dementsprechend die Ermittlung der mentalen Modelle der Studierenden von den HelpDesk-Angeboten. Um diese zu rekonstruieren, wurden jeweils Definitionsversuche zu den Angeboten erbeten und anschließend systematisch untersucht.

Eine weitere antizipierte Ursache für den Nichtbesuch war ein Mangel an tatsächlichem Bedarf für die Angebote. Um diesen Bedarf zu ermitteln, sollten die Studierenden einschätzen, wie gut sie selbst mit dem Stoff der Vorlesung und Übung zurecht kommen. Da bei solchen Selbsteinschätzungen ein *Self-Serving-Bias* [DB16] auftreten kann, wurden Testfragen zu den Vorlesungsinhalten ergänzt, die ein objektiveres Bild erheben sollten. Die Antwortmöglichkeiten dieser Testfragen wurden von bekannten typischen Fehlvorstellungen aus der Literatur abgeleitet [QL17, GSG03, GSG03].

In diesem Abschnitt legen wir dar, wie die mentalen Modelle ermittelt und die weiteren Daten erhoben wurden. Wir geben außerdem einen Überblick über die Gruppe der Befragten.

2.1 Fragebogen

Um die mentalen Modelle und weitere möglicherweise relevante Faktoren für das Forschungsziel zu ermitteln, wurde ein Onlinefragebogen entwickelt. Die Entwicklung fand mit Unterstützung von Tutor*innen statt, die die Peer-to-Peer-Angebote leiten. Für den Fragebogen wurden 31 Items entwickelt, die Selbsteinschätzungen, das Verhalten bei Schwierigkeiten, Wünsche zu Veranstaltungsformaten, demografische Daten und fachliche Testfragen beinhalten.

Die Selbsteinschätzung enthielt Fragen, die die Selbstwirksamkeitserwartung der Befragten erhoben. Diese wurde bezüglich des Vorlesungsstoffes und der begleitenden Übungsaufgaben jeweils mithilfe einer vierstufigen Likertskala abgefragt. Bei der Frage zu den Übungsaufgaben konnte alternativ angegeben werden, dass die Übungsaufgaben nicht bearbeitet werden. Zusätzlich wurden Vorerfahrungen und das angestrebte Ziel in der Veranstaltung erfragt.

Zum Verhalten bei Schwierigkeiten wurde zunächst die Nutzung konkreter Vorschläge abgefragt, wobei im Nutzungsfall weitere Details erfragt wurden. Die Vorschläge waren das Wenden an andere Personen, eine Internetrecherche, der Besuch des Online-HelpDesk und der Besuch des Präsenz-HelpDesk. Bei den beiden Help-Desk-Optionen wurde bei Bestätigung jeweils zusätzlich gefragt, welche Erfahrungen mit dem Angebot gemacht wurden. Bei Verneinung wurden die Gründe für den Nichtbesuch und Verbesserungsoptionen zur Steigerung der Attraktivität erfragt. Unabhängig von der Angabe zur Nutzung der beiden HelpDesk-Angebote wurde jeweils eine Definition erbeten. Um bei den Definitionen die Perspektive der Teilnehmen zu fokussieren, lauteten die Aufforderungen: „Stellen Sie sich Folgendes vor: Jemand möchte von Ihnen wissen, was das DAP1-Online-HelpDesk zu dieser Veranstaltung bietet. Was würden Sie dieser Person antworten?“ (Analog für den Präsenz-HelpDesk)

Im Bereich der demografischen Daten wurden Geschlecht und das Hochschulsemester erfragt. Außerdem wurde gefragt, ob bereits in einem Vorsemester an der Prüfung teilgenommen wurde.

Den finalen Teil des Fragebogens bildeten fünf inhaltsbezogene Fragen, die die Studierenden als Selbsttest nutzen konnten. Die Aufgaben zielten auf Basiskonzepte der Programmierung und in der Vorlesung behandelte Konzepte ab. Sie bestanden aus Java-Programmcode, zu dem jeweils eine Frage beantwortet werden musste. Dazu wurden verschiedene Antwortmöglichkeiten präsentiert. Die Distraktoren basierten dabei auf typischen Fehlvorstellungen von Programmieranfängern (vgl. [QL17]). Es wurde versucht, die Fragen möglichst frei von Suggestion zu gestalten. Daher gab es alternativ zu den Antwortvorschlägen immer

die Möglichkeit, eine eigene Antwort als Freitext einzugeben. Bei einer Frage wurde die korrekte Antwort nicht vorgegeben und musste über das Freitextfeld eingegeben werden. Außerdem gab es die Möglichkeit anzugeben, dass der gezeigte Code nicht kompilierbar ist oder einen Laufzeitfehler verursacht.

Die Inhalte der Testfragen waren das Variablenkonzept, die Wertebelegung im Kopf einer for-Schleife, das Verhalten von Objektvariablen, der Kontrollfluss einer rekursiven Methode und die Interpretation von Code mit irreführenden Variablennamen.

2.2 Gruppe der Befragten

Die Befragung wurde in der vorletzten Vorlesungswoche in Form eines Online-Fragebogen durchgeführt. Die Teilnahme daran war freiwillig. An der Befragung haben 97 Studierende teilgenommen, während die Klausur von 479 Studierenden geschrieben wurde. Somit ergibt sich eine Teilnahmequote von 20,3 %. 72 Studierende gaben an, Erstsemester-Studierende zu sein. Die Veranstaltung wurde von 84 Befragten zum ersten Mal besucht. Die übrigen 13 Befragten haben bereits in einem Vorsemester teilgenommen.

86 Teilnehmende gaben an, männlich zu sein, während 9 angaben, weiblich zu sein (2 ohne Angabe). Die Verteilung der Angaben zu Vorkenntnissen ist in Tab. 1 dargestellt. Tab. 1 zeigt, dass die fachlichen Vorkenntnisse der befragten Gruppe heterogen sind.

Tab. 1: Absolute und relative Häufigkeiten der Angaben zum Vorwissen der Befragten. Alle Antwortmöglichkeiten wurden ähnlich oft ausgewählt. Die Antwortmöglichkeit bezüglich erster Erfahrungen wurde etwas häufiger gewählt, als die anderen.

Antwortmöglichkeit	**Abs.**	**Rel.**
Ich verbringe regelmäßig Zeit damit, eigene Programmierprojekte umzusetzen	15	15,46 %
Ich setze gelegentlich eigene Projekt um	19	19,59 %
Ich habe schon kleine Programme geschrieben	20	20,62 %
Ich habe schon erste Erfahrungen im Programmieren gesammelt	31	31,96 %
Ich habe zuvor noch nie programmiert	12	12,37 %

2.3 Qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring

Die Auswertung der Definitionen der HelpDesk-Angebote erforderte eine qualitative Herangehensweise. Bei der Interpretation sollte eine möglichst große Freiheit von Beliebigkeit und dadurch entsprechend hohe Nachvollziehbarkeit gewährleistet werden. Um dies zu erreichen, haben wir ein systematisches Vorgehen angewendet, das auf der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring [Ma14] basiert. Dieses Verfahren wurde von zwei Kodierenden durchgeführt und besteht aus zwei Schritten, die hier beschrieben werden.

2.3.1 Entwicklung des Kategoriensystems

Zunächst wurde ein erstes Kategoriensystem mithilfe einer induktiven Vorgehensweise entwickelt. Dabei wurden zunächst einige Antworten stichprobenartig gesichtet und diskutiert. Aus dieser Sichtung ergaben sich die Leitfragen für die systematische Analyse:

1. Welche mentalen Modelle haben Studierende vom Angebot des HelpDesks?
2. In welche übergeordneten Kategorien lassen sich die Vorstellungen gruppieren?

Unter Berücksichtigung dieser Leitfragen wurde dann das Material durchlaufen und von zwei Kodierenden kodiert. Die dabei entstandenen Kategoriensysteme und Kodierungen wurden anschließend zusammengeführt und vereinheitlicht. Dabei erhielten die Kategorien jeweils einheitliche Bezeichnungen, Definitionen und Ankerbeispiele. Sie wurden außerdem in bedeutungsähnliche Gruppen eingeteilt.

2.3.2 Validierung des Codesystems

Durch den ersten Materialdurchlauf entstand ein Kategoriensystem, das in einem nächsten Schritt validiert werden sollte. Dazu wurde es von den beiden Kodierenden erneut auf das Material angewendet. In diesem Durchgang wurden keine neuen Kategorien gebildet, sondern lediglich die bestehenden angewendet.

Im Anschluss an den Kodierprozess wurde ein Vergleich der Kodierungen durchgeführt. Dabei wurde untersucht, welche Kodierungen übereinstimmten und wo es Diskrepanzen gab. Nichtübereinstimmung wurden behandelt, indem die Person, die die Kodierung gesetzt hatte, eine Begründung vorbrachte, ohne einen Überzeugungsversuch zu unternehmen. Anschließend entschieden beide Kodierenden unabhängig voneinander, ob sie die Kodierung übernehmen/beibehalten oder verwerfen/ablehnen. Falls dies erneut in einer Diskrepanz resultierte, wurde die Kodierung nicht als gemeinsames Ergebnis anerkannt.

2.3.3 Qualität der Auswertung

Um die Auswertungsqualität zu bestimmen, wurden die Quoten der übereinstimmenden Kodierungen ermittelt. Diese sind in Tab. 2 aufgeführt. Ersichtlich ist, dass in beiden Datensätzen (*Online* und *Präsenz*) ähnliche Anteile vor und nach den Vergleichsprozessen übereinstimmten. So stimmten in beiden Fällen bereits vor dem Vergleich über 75 % der Kodierungen überein. In beiden Fällen konnten die Übereinstimmungen durch Vergleiche auf ca. 95 % gesteigert werden.

Tab. 2: Übereinstimmungen der Kodierungen vor (initial) und nach (final) den Vergleichsprozessen. Angegeben sind die übereinstimmenden Kodierungen, die Gesamtzahl der Kodierungen und der prozentuale Anteil der Übereinstimmungen an der Gesamtzahl.

	initial	**final**
Online	224/287 (78,0 %)	308/326 (94,5 %)
Präsenz	195/256 (76,2 %)	267/280 (95,4 %)

3 Resultate

In diesem Abschnitt werden qualitative und quantitative Ergebnisse der Untersuchung beschrieben. Die Bedeutungen dieser Beschreibungen werden anschließend in Abschnitt 4 erläutert.

3.1 Kategoriensystem

Die in Abschnitt 2.3 beschriebene qualitative Inhaltsanalyse der Beschreibungen der HelpDesk-Angebote resultierte in zwei Kategoriensystemen. Diese beziehen sich jeweils auf die Online- bzw. Präsenzvariante des HelpDesks. Für die Onlinevariante wurden 28 Kategorien und für die Präsenzvariante 23 Kategorien entwickelt. Zusätzlich zu diesen inhaltlichen Kategorien kommen Angaben, keine Definition geben zu können, und nicht auswertbare Antworten. Die Kategorien beider Systeme sind größtenteils gleich und unterscheiden sich in Details. Sie wurden jeweils in sieben Generalisierungen gruppiert, die wiederum zu zwei Obergruppen zusammengefasst wurden. Diese Generalisierungen und Obergruppen sind bei beiden Systemen gleich.

Im Folgenden werden die Obergruppen und Generalisierungen erklärt. Anschließend werden wichtige Häufigkeiten der Obergruppen, Generalisierungen und einzelner Kategorien dargestellt. Die einzelnen Kategorien sind in Anhang A aufgeführt.

3.1.1 Obergruppen und Generalisierungen

Die beiden Obergruppen sind *Inhalt/Zweck* und *Art und Weise*. *Inhalt/Zweck* beinhaltet Generalisierungen, die sich darauf beziehen, was im HelpDesk passiert. Außerdem sind Generalisierungen enthalten, die beschreiben, mit welcher Art von Anliegen der HelpDesk besucht werden kann. Die Obergruppe *Art und Weise* beinhaltet Generalisierungen, die nicht inhaltsbezogene Eigenschaften des HelpDesk beschreiben.

Die Obergruppe *Inhalt/Zweck* unterteilt sich in die Generalisierungen *Hilfe*, *Unterstützung*, *Unspezifisch* und *Weiterführendes*. Die Generalisierung *Hilfe* enthält verstehensorientierte Kategorien. Sie zielen also darauf ab, dass die hilfesuchende Person bestimmte Inhalte aus der Veranstaltung (besser) versteht. Im Gegensatz dazu enthält die Generalisierung

Unterstützung Kategorien, die auf das Erreichen eines bestimmten Ziels ausgerichtet sind. Die Hilfesuchende Person erhält hier also Unterstützung, die sie beispielsweise dazu befähigt, eine bestimmte Aufgabe zu lösen. Die Generalisierung *Unspezifisch* enthält eine einzelne Kategorie, die beschreibt, dass Hilfe/Unterstützung geboten wird, die nicht notwendigerweise auf das Erreichen eines bestimmten Ziels ausgerichtet ist. Die so kodierten Aussagen können nicht direkt einer anderen Kategorie der Generalisierungen *Hilfe* oder *Unterstützung* zugewiesen werden. In der Generalisierung *Weiterführendes* sind Kategorien enthalten, die beschreiben, dass die Veranstaltungsinhalte vertieft werden können.

Die Obergruppe *Art und Weise* enthält die Generalisierungen *Durchführende*, *Interaktion* und *Eigenschaften*. Dabei fasst die Generalisierung *Durchführende* diejenigen Kategorien zusammen, die beschrieben, von wem das Hilfsangebot erbracht wird. Die Generalisierung *Interaktion* enthält Kategorien, die sich darauf beziehen, wie das soziale Verhältnis zwischen den am Angebot beteiligten aussieht. Schließlich fasst die Generalisierung *Eigenschaften* Kategorien zusammen, die verschiedene andere Eigenschaften des Angebotes enthalten.

3.1.2 Häufigkeiten der Kodierungen

Die Kategorien schließen sich jeweils nicht gegenseitig aus. Somit konnten einzelnen Definitionsversuchen der Studierenden jeweils mehrere Kodierungen zugeordnet werden.

Auffällig ist, dass die Kategorien der Obergruppe *Inhalt/Zweck* jeweils mehr als drei mal so häufig vergeben wurden, wie die der Obergruppe *Art und Weise* (Online: 84/26; Präsenz: 58/17). Der Fokus der Definitionsversuche liegt also auf dem Inhalt des Angebotes. Dieser wird bei beiden Varianten deutlich häufiger als verständnisorientiertes Angebot beschrieben (Generalisierung *Hilfe*, online: 51, Präsenz: 39), als als zielorientiertes Angebot (Generalisierung *Unterstützung*, online: 32, Präsenz: 17). Der Vertiefungscharakter spielt bei beiden Varianten nur eine kleine Rolle (Online: 1, Präsenz: 2).

Neben dem inhaltsbezogenen Fokus werden zur *Art und Weise* hauptsächlich vermischte Eigenschaften genannt, die meistens nur einmalig auftreten. Beispiele dafür sind *Kostenlos*, *Feedback zu Problemen* oder *Anlaufstelle nach Nachdenken und Internetrecherche*. Einige wenige Kategorien kommen mehrfach vor, wie beispielsweise *Keine Lösungspräsentation* (in beiden Varianten: 3). Für die Kategorien der Generalisierung *Interaktion* gilt dies ebenso. *Eigenschaften* und *Interaktion* spielen bei den Vorstellungen der Studierenden über den HelpDesk also eine eher geringe Rolle. Die Generalisierung *Durchführende* ist bei der Onlinevariante bestimmt durch eine Beschreibung als Angebot *Von Studierenden für Studierende* (6 Kodierungen). Bei der Präsenz-Variante wird diese Kategorie seltener genannt (3 Kodierungen), aber dadurch erweitert, dass *DAP1-Tutoren* genannt werden (2 Kodierungen). Die Oberkategorie *Art und Weise* nimmt also insgesamt eine eher untergeordnete Rolle bei den Vorstellungen ein.

3.2 Quantitative Ergebnisse

Die vor der Untersuchung beobachtete geringe Inanspruchnahme spiegelte sich in den Antworten der Umfrage wieder: Von den 97 Teilnehmenden gaben 10 an, den Online-HelpDesk zu besuchen. Die Präsenz-Variante wurde von nur 3 Teilnehmenden besucht.

Tab. 3 zeigt, welche Gründe die Studierenden als Begründung für den Nicht-Besuch des HelpDesk am häufigsten angegeben haben. Auffällig ist, dass sehr viele Studierende (59,8 % online bzw. 60,6 % Präsenz) angaben, keinen Bedarf zu haben. Eine weitere Auffälligkeit (26,4 % online bzw. 14,9 % Präsenz) besteht bei der Angabe, keine Vorstellung vom Angebot zu besitzen (vgl. auch Anhang A).

Tab. 3: Häufigkeiten der meistgenannten Begründungen für Nichtbesuch der HelpDesk-Varianten. Mehrfachantworten waren möglich. Relative Häufigkeiten bezogen auf die Gesamtzahl der nichtbesuchenden Befragten n_{Online} = 87 und $n_{Präsenz}$ = 94.

	Online		**Präsenz**	
Begründung	**Abs.**	**Rel.**	**Abs.**	**Rel.**
Ich habe keine Fragen bzw. keinen Unterstützungsbedarf	52	59,8 %	57	60,6 %
Ich habe keine Vorstellung davon, was dort passiert	23	26,4 %	14	14,9 %
Ich möchte den Tutorinnen und Tutoren keine Fragen stellen, die sie für "dumm" halten (könnten)	15	17,2 %	5	5,3 %
Es ist mir unangenehm, meine Frage(n) in Gegenwart (mehrerer) fremder Tutorinnen/Tutoren zu stellen	17	19,5 %	10	10,6 %
Es ist mir unangenehm, meine Frage(n) vor Ort zu stellen	-	-	13	13,8 %

Die von den Befragten angegebenen Selbstwirksamkeitserwartungen sind in Tab. 4 dargestellt. Die Befragten schätzen ihre Selbstwirksamkeit im Allgemeinen relativ gut ein. 95 % der Befragten geben an, *Gut* oder *Sehr gut* mit dem Vorlesungsstoff zurecht zu kommen. Bei den Übungsaufgaben liegt dieser Anteil bei 66 % der Befragen, bzw. bei 82 % der Personen, die die Aufgaben bearbeiten.

Tab. 4: Häufigkeiten der Selbstwirksamkeitserwartungen (SW) bezüglich der Vorlesungsinhalte (VL) und Übungsaufgaben (ÜA). Bei den Übungsaufgaben ergänzt um die Angabe, die Aufgaben nicht zu bearbeiten (NB).

	Sehr gut	**Gut**	**Schlecht**	**Sehr schlecht**	**NB**
SW VL	35	56	5	0	-
SW ÜA	19	45	12	1	19

In Tab. 5 ist dargestellt, wie viele Testfragen die Befragten korrekt beantwortet haben. Die Anzahlen sind unterteilt nach der Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich der Vorlesungsinhalte bzw. der Übungsaufgaben. Auffällig ist, dass die Zahlen in den Zeilen beider Tabellen deutlich streuen. Nur ein leichter positiver Zusammenhang ist zwischen der Positivität der Selbsteinschätzungen und der Anzahl korrekt beantworteter Fragen zu erkennen.

Tab. 6 zeigt, wie viele Fragen die Personen korrekt beantworten konnten, die angaben, keine Fragen bzw. keinen Unterstützungsbedarf gehabt zu haben. Jeweils ca. die Hälfte der beiden

Tab. 5: Vergleich der Selbstwirksamkeitserwartung (SW) bzgl. der Vorlesung und der Übungsaufgaben mit der Anzahl korrekt beantworteter Testfragen. Bei Übungsaufgaben war Nichtbearbeitung (NB) möglich. Bei allen SW ist eine Streuung zu erkennen, die bei *Gut* besonders ausgeprägt ist.

		Vorlesung						**Übungsaufgaben**					
		Korrekte Testfragen						**Korrekte Testfragen**					
		0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
SW	**Sehr gut**	0	3	3	4	12	13	0	3	3	2	4	7
	Gut	2	8	14	15	11	6	3	7	5	10	12	8
	Schlecht	3	1	0	1	0	0	2	1	5	2	2	0
	Sehr schlecht	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	NB	-	-	-	-	-	-	0	1	4	5	5	4

Gruppen (Online und Präsenz) konnte nur drei oder weniger Testfragen korrekt beantworten. Weniger als drei Fragen wurden von 29,4 % (Online) bzw. 26,7 % (Präsenz) der Gruppen korrekt gelöst.

Tab. 6: Korrekt beantwortete Testfragen von Personen, die angeben, die beiden Helpdesk-Angebote (Online und Präsenz) nicht zu besuchen, weil sie keine Fragen bwz. keinen Unterstützungsbedarf haben. Zu erkennen ist, dass die betrachteten Gruppen tendenziell viele Fragen korrekt beantworten. Ungefähr die Hälfte der der Gruppen hat nur 3 oder weniger Fragen korrekt beantwortet.

	Korrekte Testfragen					
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Online	1	5	9	8	13	15
Präsenz	0	6	9	13	13	15

4 Bedeutung der Resultate

Aus den in Abschnitt 3 dargestellten Ergebnissen resultieren zwei interessante Gruppen. Die erste Gruppe besteht aus Studierenden, die ihr fachliches Kompetenzniveau nicht präzise genug einschätzen und als Folge die HelpDesk-Angebote als für sie nicht relevant bewerten. Die meisten Studierenden geben an, sowohl mit den Vorlesungsinhalten, als auch mit den Übungsaufgaben mindestens *Gut* zurecht zu kommen. Bezogen auf die Vorlesung liegt dieser Anteil bei 95 % der Befragten und bei den Übungsaufgaben bei 82 % der bearbeitenden Personen (vgl. Tab. 4). Stellt man diese Selbsteinschätzungen allerdings mit der Anzahl der korrekt gelösten Testfragen gegenüber, zeigt sich, dass die Einschätzungen häufig nicht treffend sind. Wünschenswert wäre dort, dass sich als *gut* einschätzende Studierende auch tendenziell viele Fragen korrekt beantworten. So sollten bei der Einschätzung *sehr gut* mindestens 4 Fragen und bei der Einschätzung als *gut* mindestens 2 – 3 Fragen korrekt beantwortet werden. Kritisch ist jedoch beispielsweise, dass es 13 Studierende gibt, die angeben, *Gut* oder *Sehr gut* mit den Übungsaufgaben zurecht zu kommen, obwohl sie nur eine oder gar keine Testaufgabe korrekt lösen konnten (vgl. Tab. 5). Neben diesem Extrembeispiel ist auch die Streuung der anderen Einträge in Tab. 5 ein Zeichen für fehlerhafte Selbsteinschätzungen. Viele Studierende geben also an, gut mit den

Inhalten von Vorlesung und Übungsaufgaben zurecht zu kommen, obwohl sie nur wenige Testfragen korrekt lösen können. Viele der Studierenden (59,8 % online, 60,6 % Präsenz, vgl. Tab. 3) geben gleichzeitig an, keinen Bedarf für die HelpDesk-Angebote zu haben. Ein erheblicher Anteil dieser Personen kann nur wenige Testfragen korrekt beantworten (max. 2 korrekte Fragen: 29,4 % online, 26,7 % Präsenz, vgl. Tab. 6). Insgesamt deutet dies darauf hin, dass diese Studierenden Schwierigkeiten haben, Lücken in ihrem fachlichen Kompetenzniveau zu erkennen und diesen durch Inanspruchnahme der HelpDesk-Angebote entgegenzuwirken.

Aus der qualitativen Inhaltsanalyse geht hervor, dass die Definitionsversuche der Studierenden den Inhalt der Angebote treffend wiedergeben (vgl. Abschnitt 3.2). Dennoch existiert eine Gruppe von Personen, die angeben, keine Vorstellung von den HelpDesk-Angeboten zu haben. Die Anteile dieser Gruppen liegen bei 26,4 % für die Online-Variante und 14,9 % für die Präsenz-Variante (vgl. Tab. 3). Der Großteil dieser Personen beantwortete mindestens 3 Testfragen korrekt und ist somit nicht in der ersten Gruppe enthalten.

5 Diskussion

Wir haben gezeigt, dass viele Studierende ihre fachlichen Kompetenzen nicht treffend einschätzen und entsprechende Förderbedarfe nicht erkennen. Weiterhin haben wir gezeigt, dass zwar die meisten Studierenden eine treffende Vorstellung des Inhaltes der HelpDesk-Angebote haben, jedoch auch eine beträchtliche Gruppe existiert, die angibt, keine solche Vorstellung zu besitzen.

Unsere Vorgehensweise besitzt Aspekte, die in weiterer Forschung weiterentwickelt werden sollten, um die Ergebnisse zu bestätigen. Es wurde davon ausgegangen, dass die Testfragen tatsächlich das Kompetenzniveau messen. Dies sollte noch in aller Strenge validiert werden. Weiterhin hat mit 20,3 % nur ein Teil der Teilnehmenden der Vorlesung an der Umfrage teilgenommen, sodass die Ergebnisse einen *Participation Bias* (vgl. [DB16]) aufweisen könnten. Um dies auszuschließen, sollte die Umfrage wiederholt werden. Die Übereinstimmung in der qualitativen Analyse war bereits sehr hoch. Sie könnte jedoch noch stärker untermauert werden, indem weitere Forschende die Daten auswerten.

Um den in der Untersuchung erkannten Umständen zu begegnen, sollten Lehrende ihren Studierenden zusätzliche bzw. wirkungsvollere Angebote zur Selbstevaluation bereit stellen. Selbsteinschätzungen gelten zwar häufig als treffend, jedoch deuten unsere Ergebnisse darauf hin, dass dies möglicherweise nicht für Erstsemesterstudierende bzw. Teilnehmende von Grundlagenvorlesungen gelten könnte. Daher brauchen diese Studierenden speziell auf sie zugeschnittene Angebote zur (objektiven) Selbstevaluation. Dafür wären beispielsweise kurze, niederschwellige Aufgaben, wie Multiple-Choice-Quiz in den Vorlesungen zu den Themen der vorangegangenen Wochen denkbar.

Darüber hinaus sollte der Inhalt und Zweck von Peer-To-Peer-Angeboten, wie dem HelpDesk, deutlicher klar gemacht und die Angebote stärker beworben werden. Die Inanspruchnahme

könnte möglicherweise auch durch zusätzliche Aktivitäten innerhalb der Angebote, wie Erklärungen und Diskussionen zu den Quiz aus der Vorlesung, gesteigert werden. Ebenso sollten die Studierenden erkennen, dass eine Teilnahme und insbesondere das Stellen von Fragen nicht unangenehm sein muss. Denkbar wäre, eine Teilnahme verpflichtend zu machen, wenn Aufgaben fehlerhaft bearbeitet wurden. So könnte das Angebot als einladende Umgebung kennengelernt werden, die neben dem Besprechen der Fehler auch direkt Gelegenheiten bietet, weitere Fragen zu klären.

Es sind weitere Untersuchungen notwendig, wie passgenaue Unterstützungsangebote für Studierende in der Studieneingangsphase zur Reflexion fachlicher Kompetenzen konkret ausgestaltet werden müssen. In jedem Fall sollten die Studierenden stärker dabei unterstützt werden, Klarheit über ihr fachliches Kompetenzniveau zu erlangen. Sie sollten außerdem Empfehlungen für mögliche zusätzliche Lernangebote erhalten. So kann die Qualität der Studienangebote nicht nur gewährleistet, sondern noch weiter erhöht werden, was als Folge den Lernfortschritt der Studierenden positiv beeinflussen würde.

Literaturverzeichnis

[Bö21] Böttcher, Axel; Thurner, Veronika; Häfner, Tanja; Ottinger, Sarah: Adaptierung von Beratungsangeboten auf der Basis von Erkenntnissen aus der Analyse von Studienverlaufsdaten. In: 9. Fachtagung Hochschuldidaktik Informatik (HDI). 2021.

[DB16] Döring, Nicola; Bortz, Jürgen: Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften. Springer Berlin Heidelberg, 2016.

[GSG03] Götschi, Tina; Sanders, Ian; Galpin, Vashti: Mental Models of Recursion. In: Proceedings of the 34th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education. 2003.

[GWS21] Gerstenberger, Dietrich; Winkelnkemper, Felix; Schulte, Carsten: Nutzung der Personas-Methode zum Umgang mit der Heterogenität von Informatik-Studierenden. In: 9. Fachtagung Hochschuldidaktik Informatik (HDI). 2021.

[Lu18] Luxton-Reilly, Andrew; Simon; Albluwi, Ibrahim; Becker, Brett A.; Giannakos, Michail; Kumar, Amruth N.; Ott, Linda; Paterson, James; Scott, Michael James; Sheard, Judy; Szabo, Claudia: Introductory Programming: A Systematic Literature Review. In: Proceedings Companion of the 23rd Annual ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education. ITiCSE 2018 Companion, ACM, New York, NY, USA, S. 55–106, 2018.

[Ma14] Mayring, Philipp: Qualitative content analysis: theoretical foundation, basic procedures and software solutions. Klagenfurt, 2014.

[Pa21] Pancratz, Nils: Vorstellungen von Lernenden zum Aufbau von Informatiksystemen. Dissertation, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, 2021.

[QL17] Qian, Yizhou; Lehman, James: Students' Misconceptions and Other Difficulties in Introductory Programming: A Literature Review. ACM Trans. Comput. Educ., 18(1), Oktober 2017.

[Ti18] Tillmann, Alexander; Kroemker, Detlef; Horn, Florian; Gattinger, Thorsten: Analysing & Predicting Students Performance in an Introductory Computer Science Course. Hochschuldidaktik der Informatik HDI 2018 8. Fachtagung des GI-Fachbereichs Informatik und Ausbildung/Didaktik der Informatik, 2018.

A Kategoriensysteme

Online-HelpDesk (OHD)

Anz.	Kategorie	Definition
8	N/A	Die Antwort ist nicht auswertbar
22	K/A	Die Person gibt an, die Frage nicht beantworten zu können
Obergruppe *Inhalt/Zweck*		
	Generalisierung *Hilfe*	
12	I-H-VL	OHD bietet Hilfe, um Vorlesungsinhalte zu verstehen
29	I-H-Fragen	OHD bietet Hilfe, um Verständnisfragen zu beantworten
1	I-H-ProgrammeVL	OHD bietet Hilfe, um die Programme aus der Vorlesung zu verstehen
8	I-H-Ü	OHD bietet Hilfe, um die Übungsaufgaben zu verstehen
1	I-H-Prinzipien	OHD bietet Hilfe, um allgemeine Prinzipien zu verstehen
	Generalisierung *Unterstützung*	
21	I-U-Aufgaben	OHD bietet Unterstützung mit dem Ziel, die Übungsaufgaben zu bearbeiten
3	I-U-SpezielleProbleme	Die Studierenden kommen mit einem konkreten Problem und benötigen Unterstützung bei der Lösung
1	I-U-Klausurvorbereitung	OHD bietet Unterstützung mit dem Ziel, sich auf die Klausur vorzubereiten
2	I-U-Fehlersuche	OHD bietet Unterstützung mit dem Ziel, individuelle Fehler zu beheben
4	I-U-Lösungsansätze	OHD bietet Unterstützung mit dem Ziel, konkrete Lösungsansätze zu entwickeln
1	I-U-Allgemeine-Herangehensweisen	OHD bietet Unterstützung mit dem Ziel, Herangehensweisen an Aufgaben kennenzulernen
	Generalisierung *Unspezifisch*	
12	I-HU-Unspezifisch	OHD bietet Hilfe/Unterstützung (Nicht notwendigerweise auf Verständnis oder Zielerreichung ausgerichtet)
	Generalisierung *Weiterführendes*	
1	I-W-VertiefungVL	Im OHD können Vorlesungsinhalte vertieft werden
Obergruppe *Art und Weise*		
	Generalisierung *Durchführende*	
6	AW-D-VSFS	Die Durchführenden sind selbst Studierende
1	AW-D-NichtImmerKomp	Die Durchführenden erscheinen nicht immer kompetent
	Generalisierung *Interaktion*	
2	AW-I-Zusammenarbeit	Die Bearbeitung der Anliegen findet in Zusammenarbeit statt
1	AW-I-Austausch	Anliegen werden in Form von Austausch bearbeitet
1	AW-I-VerweisAufLsg	Es wird lediglich auf Lösungen verwiesen
	Generalisierung *Eigenschaften*	
2	AW-E-Individuell	Die angebotene Unterstützung ist individuell
1	AW-E-Kostenlos	Das Angebot ist kostenfrei
1	AW-E-KeineDirAuskunft	Das Angebot bietet zum Teil keine direkte Auskunft
3	AW-E-KeineLösungs-präsentation	Es werden keine Lösungen präsentiert (sondern Hilfestellungen geboten)
1	AW-E-Beschränkte-Mitteilungserlaubnis	Die Durchführenden sind in ihren Handlungsspielräumen eingeschränkt
1	AW-E-EinfacheFormul	Die Hilfestellung bei Aufgaben ist verständlich
2	AW-E-Schnell	Anliegen werden schnell bearbeitet
1	AW-E-AnonymerAlsPHD	Das Angebot ist anonymer als die Präsenzvariante
1	AW-E-ErstNach-denkenUndInternet	Das Angebot sollte erst nach einem eigenständigen Lösungsversuch in Anspruch genommen werden

2	AW-E-HilfeZurSelbsthilfe	Das Angebot bietet Hilfe zur Selbsthilfe

Präsenz-HelpDesk (PHD)

Anz.	Kategorie	Definition
16	N/A	Die Antwort ist nicht auswertbar
23	K/A	Die Person gibt an, die Frage nicht beantworten zu können
3	ID-P	Das Angebot unterscheidet sich nur im Durchführungsformat von der Onlinevariante
4	ID-G	Das Angebot ist identisch mit der Onlinevariante
Obergruppe *Inhalt/Zweck*		
	Generalisierung *Hilfe*	
12	I-H-VL	PHD bietet Hilfe, um Vorlesungsinhalte zu verstehen
21	I-H-Fragen	PHD bietet Hilfe, um Verständnisfragen zu beantworten
5	I-H-Ü	PHD bietet Hilfe, um die Übungsaufgaben zu verstehen
1	I-H-SchwierigeKonzepte	PHD bietet Hilfe, um schwierige Konzepte zu verstehen
	Generalisierung *Unterstützung*	
11	I-U-Aufgaben	PHD bietet Unterstützung mit dem Ziel, die Übungsaufgaben zu bearbeiten
1	I-U-Fehlersuche	PHD bietet Unterstützung mit dem Ziel, individuelle Fehler zu beheben
4	I-U-Lösungsansätze	PHD bietet Unterstützung mit dem Ziel, konkrete Lösungsansätze zu entwickeln
1	I-U-Allgemeine-Herangehensweisen	PHD bietet Unterstützung mit dem Ziel, Herangehensweisen an Aufgaben kennenzulernen
	Generalisierung *Unspezifisch*	
12	I-HU-Unspezifisch	PHD bietet Hilfe/Unterstützung (Nicht notwendigerweise auf Verständnis oder Zielerreichung ausgerichtet)
	Generalisierung *Weiterführendes*	
1	I-W-VertiefungVL	Im PHD können Vorlesungsinhalte vertieft werden
1	I-W-Tipps	Im PHD können weiterführende Tipps gegeben werden
Obergruppe *Art und Weise*		
	Generalisierung *Durchführende*	
2	AW-D-Tutoren	Die Durchführenden sind Tutorinnen/Tutoren
3	AW-D-VSFS	Die Durchführenden sind selbst Studierende
	Generalisierung *Interaktion*	
1	AW-I-Austausch	Anliegen werden in Form von Austausch bearbeitet
	Generalisierung *Eigenschaften*	
1	AW-E-Individuell	Die angebotene Unterstützung ist individuell
3	AW-E-KeineLösungs-präsentation	Es werden keine Lösungen präsentiert (sondern Hilfestellungen geboten)
2	AW-E-EinfacheFormul	Die Hilfestellung bei Aufgaben ist verständlich
1	AW-E-Schnell	Anliegen werden schnell bearbeitet
2	AW-E-HilfeZurSelbsthilfe	Das Angebot bietet Hilfe zur Selbsthilfe
1	AW-E-Direkt	Anliegen werden direkt bearbeitet
1	AW-E-Feedback	Das Angebot bietet individuelles Feedback

The Potential of Answer Classes in Large-scale Written Computer-Science Exams

Dominic Lohr[1], Marc Berges[2], Michael Kohlhase[3], Florian Rabe[4]

Abstract: Students' answers to tasks provide a valuable source of information in teaching as they result from applying cognitive processes to a learning content addressed in the task. Due to steadily increasing course sizes, analyzing student answers is frequently the only means of obtaining evidence about student performance. However, in many cases, resources are limited, and when evaluating exams, the focus is solely on identifying correct or incorrect answers. This overlooks the value of analyzing incorrect answers, which can help improve teaching strategies or identify misconceptions to be addressed in the next cohort.

In teacher training for secondary education, *assessment guidelines* are mandatory for every exam, including anticipated errors and misconceptions. We applied this concept to a university exam with 462 students and 41 tasks. For each task, the instructors developed *answer classes* – classes of expected responses, to which student answers were mapped during the exam correction process. The experiment resulted in a shift in mindset among the tutors and instructors responsible for the course: after initially having great reservations about whether the significant additional effort would yield an appropriate benefit, the procedure was subsequently found to be extremely valuable.

Keywords: computer science education; task analysis; answer classes

1 Introduction

A reliable and fair assessment of exam assignments is a basic requirement for professional teaching. Especially in large-scale written exams, resources are limited, and high-quality assessment of submissions is challenging for educators. Inconsistencies in correction are possible when multiple people correct the same assignment. The feedback provided to students is very basic at best and often only provided in the form of scoring.

To support the correction process to make it fairer and more objective, in secondary education and higher education, marking schemes respectively rubrics [AP11] are mandatory when creating assignments – especially exams. The advantage is reduced required corrections and more objective task evaluation options. In addition to the model solution, rubrics contain alternative solutions and a list of possible incorrect answers. This led us to the concept of

[1] Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Didaktik der Informatik dominic.lohr@fau.de
[2] Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Didaktik der Informatik marc.berges@fau.de
[3] Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Wissensrepräsentation & -verarbeitung michael.kohlhase@fau.de
[4] Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Wissensrepräsentation & -verarbeitung florian.rabe@fau.de

answer classes – groups of answers that share the same underlying idea. The intelligent clustering of possible solutions into answer classes holds several great potentials for modern teaching – especially when dealing with so many learners that individual face-to-face support is impossible.

To investigate the potential of answer classes in large-scale written computer science exams, we developed a process model that we evaluated in the first iteration of an exam for an Artificial Intelligence major program that 462 students took. Following the process model, 192 answer classes were developed for 41 tasks. In the sequel, we present a detailed analysis of five tasks aimed at identifying the specific (possible) causes of incorrect answers and feeding those back into next year's teaching process. The results demonstrate the efficacy of answer classes in creating rubrics for large courses and highlight their significant potential for enhancing instructional materials, improving the fairness of correction, and developing adaptive feedback.

A completely unexpected consequence was that the experiment resulted in a paradigm shift among the tutors and instructors responsible for the course, who – in a university setting – were not accustomed to rubric practices in secondary education. Despite initial reservations regarding the additional effort required, the procedure was ultimately deemed valuable and worthy of undertaking in every future exam.

2 Related Work

Classifying answers in examinations or tasks, in general, is an essential but tedious part of correcting and rating written exams. It is no surprise that the advent of computers has led to efforts to automate that.

Auto-grading systems and feedback generation often refer to a set of rules defined by the author of the task. For instance, this is often done in programming using static and dynamic code analysis, as seen in the system JACK, which uses a query language in XML to specify test cases and code structures relevant for grading [St16]. JACK handles diverse tasks like UML modeling and fill-in-the-gap assignments. For complex programming tasks, many e-assessment systems detect errors by executing test cases and analyzing source code [Ih10, SS22]. Automated grading matches human performance [GDG14], with fine-grained feedback being effective [Fa14]. In contrast, Course Master by Higgins et al. integrates marking schemes, separating exercises and grading logic as Java classes, enabling parametrized tasks, marks (grades), and feedback [HST02]. Lawrence et al. explore performance-based grading, crucial for e-learning and remote exams [LFU23].

Answer Clustering/Classification A different approach to classifying student answers is conducted by Zehetmeier et al. [Ze15]. They analyzed student submissions to identify and cluster errors and quantified significant groups to uncover the causes of errors. The researchers also observed the students while programming, interviewed them about their

errors at crucial stages, and used the results to create teaching materials and tasks to prevent similar misconceptions. Nabil et al.'s EvalSeer uses machine learning for classifying answers and proposes syntax fixes with an appropriate accuracy [Na21]. While many studies focus on programming tasks due to their complexity, there are other complex tasks in computer science, such as marking up UML database diagrams [FUL22].

3 Theoretical Background

Answer classes are one of the four components of the Y-Model [Lo23] – a model for formalizing tasks in Computer Science (see Figure 1). The model forms a basis for a competence-oriented integration of tasks in adaptive educational systems.

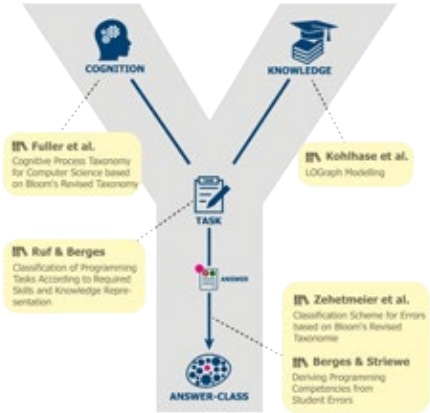


Fig. 1: The Y-model

The concept of **answer classes** enables a selection process of tasks based on prior knowledge and competency goals, as well as depending on answers given by students from previous tasks. In addition, specific error patterns, such as those proposed by Zehetmeier et al. [Ze15], or Berges et al. [Be16], can be integrated into answer classes and, for instance, infer possible causes of errors by referring to a corresponding learner model. In addition, answer classes can act as keys for specifying feedback or hints on how to proceed. We review the essentials for the discussion.

Answer classes (ACs) can be understood as a set-theoretic propositional form. Each answer class contains an identifier AC_x (unique to the task) and a (precise) description (*ACD*) of the criteria when a given answer is assigned to this AC. Each answer R to a task can be assigned to one (or more) *AC*s. For the *AC* to be reliably annotated by any educator, the *ACD* must be unambiguous (free of interpretation) and objectively observable. *AC*s are notably not free of intersections, and answers can be a member of several different *AC*s.

A general distinction is made between context-independent (applicable to any task) answer classes and context-dependent (related to a specific type of task or subject area). Examples of the former are provided by $\mathrm{AC}_1 = \{R \mid R \text{ is empty}\}$, which contains all responses that have not been processed, and $\mathrm{AC}_2 = \{R \mid R \text{ is crossed out}\}$, which contains answers that have been written but crossed out. In terms of scoring, these two answer classes have the same effect, but in the course of a didactic evaluation, it makes a difference whether a task was not worked on or was attempted. The criteria of task-specific *AC*s depend on the knowledge dimension or task.

4 The Potential of answer classes

Developing and implementing answer classes requires extra work for educators, but there are also possible benefits. To evaluate the potential of ACs, we first define criteria based on the benefits of marking schemes or rubrics from different sources (e.g., [WS07], [RA10]):

ST *Save time* Conventional correction process, involving marginal notes and closing comments, can be time-consuming. *AC*s alleviate the need for these annotations, potentially making the correction process more efficient.

BF *Better feedback* In most cases, the lack of time during corrections leads to the omission of valuable feedback. However, developing feedback for each answer class must only be done once (or for their combinations) and can be effortlessly provided as a table.

MOC *More objective correction* Multiple educators correct the same task in large courses, leading to disparate results due to varying personal interpretations. Answer classes offer a set of precisely defined, objectively observable criteria, enhancing the reliability of the correction process.

BPE *Better pre-estimation* Addressing potential student errors in advance helps to ensure that exam tasks are appropriate and error-free.

IIT *Incentives to improve teaching* The annotation of answers with ACs allows for a higher quality evaluation of exam results, providing valuable insights for teaching improvement. Prevalent error classes can indicate particular areas in the teaching material that must be revised to avoid misconceptions.

Of course, all of these benefits invite and profit from automation. As a prerequisite, we have devised a process model to systematically develop and apply the concept of ACs to evaluate their effectiveness. The model and the results from an initial pilot are presented in this paper.

5 Methodology

To investigate the potential categories stated in section 4, we devised an iterative process model to develop and apply the answer classes concept systematically (Figure 2).

Upon creation of the exam, the instructors were introduced to the concept of answer classes as detailed in Section 3. To begin with, a preliminary set of task-specific answer classes was created based on prior experience with similar tasks (Step 1).

Subsequently, we discussed the initial answer classes for each task in a plenary session (Step 2). For this purpose, the instructors presented the tasks and the first draft of the set of answer classes to the group. During this session, all stakeholders checked that the answer classes were objectively observable and free of subjectivity or ambiguity.

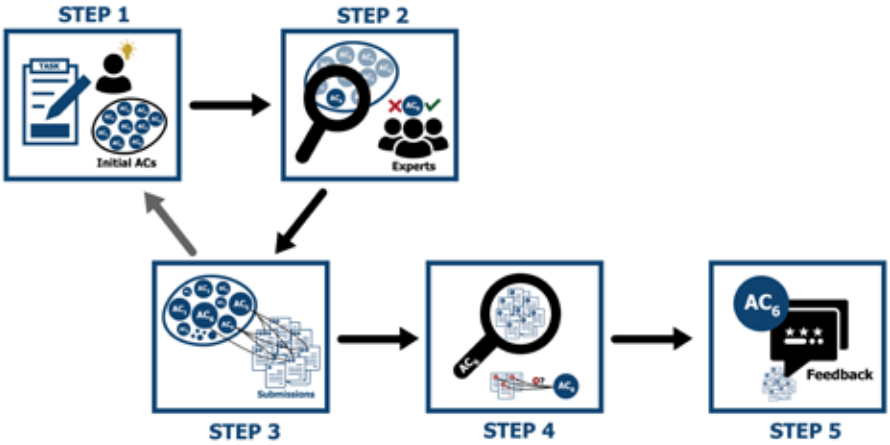


Fig. 2: Iterative Process of AC-Creation

Considering that the exam was administered as a paper-based test, we developed an **AC mapping form** to facilitate the mapping process of students' submissions to corresponding answer classes (Step 3). The list contained – besides the students' IDs – a table with all the identifiers of the ACs for each task.

Based on a descriptive analysis of the results in Step 3, we selected ACs with frequent occurrences and further scrutinized them in Step 4. Here we analyzed sample exams of the respective AC and identified possible underlying factors that led the student to that answer.

The outcomes of Step 4 informed the development of feedback for each answer class. The development of AC identifiers for automated annotation of submissions with their respective AC can be incorporated in this step but was left as future work.

If exam task types are reused in later exams, this process is iterative: the revised set of answer classes after Step 3 serves as the initial set in Step 1 of the subsequent iteration.

6 Results

The procedures outlined in section 5 were initially tested in an exam for the course *Artificial Intelligence 1*. Of the 502 registered students, 462 participated in the written exam (90 minutes, conducted in presence). The majority of the students were pursuing their master's degree in Data Science (225), Artificial Intelligence (118), and Computer Science (69). The exam consisted of 12 problems, encompassing 41 distinct tasks. Steps 1 to 3 were done for all 41 tasks. A total of four common and 192 initial answer classes were developed. Since steps 4 and 5 were more time-intensive, we selected one problem (containing five tasks) and

executed these steps. The selected problem focused on searching in a directed graph with edge costs and node heuristics. The concrete objective was to apply five different search algorithms (e.g., A^*-Search, Greedy-Search, ...) starting from an already expanded node and to give the subsequent four visited nodes (for a full problem description, see Figure 4 in Appendix). This section describes the application of steps 1-5 to this problem.

Table 1 shows the initial set of ACs. AC_1 to AC_4 are the task-unspecific classes that are the same for all tasks. Since the tasks differ only in the search algorithm to be applied, the initially conceived task-specific answer classes AC_5 to AC_8 were also the same.

ID	Answer Class
AC_1	$\{R \mid R$ is empty$\}$
AC_2	$\{R \mid R$ is crossed out$\}$
AC_3	$\{R \mid R$ is fully correct$\}$
AC_4	$\{R \mid$ no suitable AC known$\}$
AC_5	$\{R \mid$ the first node of R is correct$\}$
AC_6	$\{R \mid$ the second node of R is correct $\}$
AC_7	$\{R \mid$ the third node of R is correct$\}$
AC_8	$\{R \mid$ the fourth node of R is correct$\}$

Tab. 1: List of Initial ACs for Problem 2.1 (Step 2)

It turned out that these initial ACs were not very helpful for further analysis of the answers because the information was limited. They were useful only in correction since it was possible to determine the exact score from the combination of ACs assigned to an answer. However, the feedback that could be generated from this was only very simple. For this reason, in addition to the AC-mapping process (Step 3), various answers were recorded in a table via frequency analysis to find an improved set of new answer classes for these tasks.

ST 1 (depth-first)

AK	Answer	#
A3	BDHI	406
	BDHE	18
	BDEC	7
	BDEH	6
	BDHF	3
	ABDH	2
	BDEH	2
	BEDH	2
	CFEH	2
	10,8,7,4	1
	...	1

ST 2 (breadth-first)

AK	Answer	#
A3	BCDE	418
	BCED	18
	BECD	9
	BCDF	3
	ABCD	2
	10,8,5,9	1
	BCD	1
	BCEF	1
	BCGF	1
	BECF	1
	...	1

ST 3 (uniform-cost)

AK	Answer	#
A3	CFBE	301
	CFBG	21
	CFGB	14
	CBFE	12
	CFHI	12
	CFEG	10
	CBEF	9
	CEFB	5
	CFEC	5
	CBEG	4
	...	4

ST 4 (greedy)

AK	Answer	#
A3	BEDH	229
	BECG	89
	CFEC	18
	CFHI	16
	BDHI	12
	BECF	10
	BEFI	9
	BEDC	8
	BCEG	6
A10	CFEH	5
	...	4

ST 5 (A*-search)

AK	Answer	#
A3	CFGE	135
	CFGI	52
	CFEC	34
	CFIG	29
	CFEI	20
	CFGB	19
	CFGF	15
	CFEG	13
	CFHI	13
	CBFE	12
	...	10

Fig. 3: Frequency analysis of given answers to the tasks

The basic assumption of this study was that (incorrect) answers given identically by a large number of students could represent an identical or similar error pattern and thus provide justification for further investigation. Figure 3 shows the results of the frequency-analysis. In addition to the group of correct answers (first line, AC_3), we found many other relevant clusters of answers that represent potential ACs. Limited resources were available for further evaluation, so we studied only the largest five groups per task in a group session with experienced educators to identify possible causes of the errors.

The groups for which objectively observable criteria could be found were included as new answer classes (see Table 2 for an excerpt of these). For example, although the task description clearly states that the start node should not be included in the list of visited nodes, some of the submissions showed it as the first node visited (AC_{10}). Also, some of the nodes already visited were re-added to the list of visited nodes (AC_{11}).

While these examples are probably based on a careless reading of the task description, we also found ACs that indicate deeper technical errors. Most ACs that emerged in the second iteration were much more focused on the causes of the answers given and made it possible to develop valuable feedback. In task 4 (greedy search), there was a significantly large number of submissions (89 out of 462) that had the same error pattern: the detailed analysis revealed that this error pattern occurs when the greedy search algorithm is misapplied, namely by always selecting a neighbor of the last selected node instead of the overall cheapest node (AC_{30}). For the largest group of errors in A^*-search (52 of 462), the experts conjectured the cause to be the swapping of the edge direction between nodes G and I. This could be due to the rather small arrowheads in the task description, which may, in particular, pose a problem for students with impaired vision.

However, which misconceptions or knowledge gaps are underlying the respective AC cannot be determined with certainty without information from/about the learner. Further research would be necessary, for instance, with the help of interviews with the students.

Task	ID	Answer Class
ST1-5	AC_{10}	start node included in the sequence of visited nodes
ST1-5	AC_{11}	visited node included multiple times (circles/loops)
ST1-5	AC_{12}	use of reverse alphabetical order to break ties
ST1, ST2	AC_{21}	algorithm applied to heuristic instead of costs
ST3, ST4	AC_{22}	algorithm applied to costs instead of heuristic
ST2	AC_{31}	selection of nodes that lie in a horizontal line
ST2	AC_{32}	selection of nodes that lie in a vertical line
ST4	AC_{30}	greedy search considering only neighbors of previous node
ST5	AC_{30}	A* search with reversed edge direction at nodes G and I

Tab. 2: Some answer classes newly found during the analysis

7 Discussion

Applying the steps described in section 5 required additional time. Whether the use of ACs saves time (see **ST** in section 4) cannot be answered based on the results in this paper. In the long term, however, we assume that time savings can be substantial, especially in shared tasks and re-used settings. Even in task variants – e.g., by "changing numbers," ACs can often be transferred (at least in spirit). In particular, if predominant error patterns are documented and suitable feedback has already been developed, the correction effort (and providing feedback) is thus reduced to the annotation with ACs. In our example of

problem 2.1, many of the ACs found are general for tasks involving the application of search algorithms to graphs (or trees).

While it is impossible to tell without further knowledge of the learner whether an answer ended up in a particular AC due to a misunderstanding or just sloppy work, it is possible to determine possible causes of errors and address them specifically in subsequent cohorts. Referring to AC_{30} in task 4, we discussed in plenary what the reason could be that so many students incorrectly applied the greedy search algorithm. The instructor assumes that one prominent example given in the lecture was misread in a way that supported the false reading of the algorithm. In the example, a city network was used, which was traversed step by step. This can create the misconception to only pay attention to nodes directly connected to the previously visited node because, when physically traveling, it is usually not optimal to travel back to an already visited city to try out an alternative route. Also, the possible cause of AC_{30} in task 5 made the educators decide to scale the arrows larger in the next exam.

The use of answer classes can induce an improvement in feedback (**BF**), especially in cases where limited correction time disincentivizes writing the same (helpful) feedback into the answer sheets over and over again. Just marking the ACs and thus referring to a general feedback table for the exam can allow significant practical improvements of **BF**. Even if it is impossible to perform steps 4 and 5 for every answer class in large exams, it can still be used to handle the largest groups of answers.

The question of whether ACs result in a more objective correction (**MOC**) can be answered clearly from our point of view. Due to predefined, objectively observable criteria, interpretations or subjective decisions are less likely, even when multiple humans are correcting an exam. If ACs are linked to numerical values, their combinations correspond to the task's scoring. It has also been found that corrections can be made much more fairly without additional effort. For instance, previously, students who started with the wrong starting node, but performed the algorithm correctly, did not get any points in the exam because all the mentioned nodes did not match the sample solution. However, these submissions are all in the same ACs (wrong starting node, correct algorithm). Thus, it is possible to realize a point deduction for the wrong start node but to consider consequential errors.

The annotation of answers with ACs enables a higher quality evaluation of the exam results, which are of great use for the further development of teaching. Particularly pronounced error classes can indicate weaknesses in the teaching material that trigger misconceptions and may even suggest ways to heal them. Moreover, using suitable tasks in subsequent years may help verify whether the suspected causes and remedies were effective. Incorrect or ambiguous tasks could be identified and corrected in advance (steps 1 and 2) (**BPE**), and potential for improvement could be identified after analyzing the submissions (step 3). Thus, applying the concept of answer classes stimulated incentives to improve teaching **IIT**, as the instructors developed new instructional materials that targeted uncovered problems and revised existing materials to avoid potential misconceptions in future courses.

8 Conclusion and Future Work

We have picked up the concept of answer classes from the Y-Model [Lo23] and evaluated it in practice in a large-scale written exam. We have fleshed out a practical procedure for implementing answer classes in a written presence exam with manual paper-based correction. The results of this experiment are very encouraging for the quality of education by implementing answer classes. To quote the instructor of the course (who is a co-author of this paper):

> *I was very skeptical whether this concept from secondary education could carry over to the university setting and whether the effort of AC annotation would be sustainable in a correction process that keeps my entire research group busy full-time for a week. Frankly, I only agreed to this to make my didactics colleague happy. [. . .] But the result of the experiment has utterly convinced me of the approach, even in a paper-based setting. Seeing the discussions among the graders induced by developing and annotating ACs and the content awareness in the grading process made the added effort worthwhile. [. . .], and that is before we have taken a closer look at the data that this experiment generated.*

Encouraged by this, we are now preparing to digitize the process presented in section 5 in a browser-based application that presents scanned exam papers and supports AC assignment, AC-based grading, AC-based feedback, and eventually exam review also to reap the scalability benefits conjectured in section 4 and discussed in section 7.

Developing and annotating ACs is time-consuming, and creating them individually in all situations may not be feasible. Therefore, future efforts should investigate the generalizability of answer classes, e.g., for similar and variant tasks, and whether any global answer classes can be used across all types of tasks.

We have not yet studied AC-based feedback generation and communication in detail. However, in the past, students received no feedback on their exam answers except from verbal discussions during exam review sessions. Therefore, the limited experience from the experiment reported in this paper shows the potential ACs to give standardized feedback that vastly improves the status quo. Future research must clarify whether AC-based feedback can fully replace individual feedback or whether the inclusion of, e.g., a learner model is necessary to automate learner-specific feedback.

Finally, the automation of AC assignment is out of scope for this paper and was left to future research. In single/multiple-choice tasks like problem 2.1 focused on above, the respective (combinations of) choices directly correspond to ACs, so automation is trivial. But about half of the exam tasks were more open-ended. Already for fill-in-the-blanks tasks, we have to pre-meditate or collect specific ACs, but given those, grading automation should be relatively easy to implement in general. For open-answer tasks, the problem of automating grading seems AI-hard – i.e., if we can solve that, we can also solve the general AI problem. In situations where we have a lot more data – with ACs and human classifications as a gold standard – supervised deep learning methods might be successful in the future.

Bibliography

[AP11] Ahmed, Ayesha; Pollitt, Alastair: Improving marking quality through a taxonomy of mark schemes. Assessment in Education: Principles, Policy & Practice, 18(3):259–278, 2011.

[Be16] Berges, Marc; Striewe, Michael; Shah, Philipp; Goedicke, Michael; Hubwieser, Peter: Towards Deriving Programming Competencies from Student Errors. In: 4th International Conference on Learning and Teaching in Computing and Engineering (LaTiCE). IEEE Press, Los Alamitos, pp. 19–23, 2016.

[Fa14] Falkner, Nickolas; Vivian, Rebecca; Piper, David; Falkner, Katrina: Increasing the effectiveness of automated assessment by increasing marking granularity and feedback units. In (Dougherty, John; Nagel, Kris; Decker, Adrienne; Eiselt, Kurt, eds): SIGCSE '14. ACM, New York, pp. 9–14, 2014.

[FUL22] Foss, Sarah; Urazova, Tatiana; Lawrence, Ramon: Automatic Generation and Marking of UML Database Design Diagrams. In (Merkle, Larry; Doyle, Maureen; Sheard, Judithe; Soh, Leen-Kiat; Dorn, Brian, eds): Proceedings of the 53rd ACM Technical Symposium on Computer Science Education. ACM, New York, NY, USA, pp. 626–632, 2022.

[HST02] Higgins, Colin; Symeonidis, Pavlos; Tsintsifas, Athanasios: The marking system for CourseMaster. SIGCSE Bull, 34(3):46–50, 2002.

[Ih10] Ihantola, Petri; Ahoniemi, Tuukka; Karavirta, Ville; Seppälä, Otto: Review of recent systems for automatic assessment of programming assignments. In (Schulte, Carsten; Suhonen, Jarkko, eds): Proceedings fo the 10th Koli Calling International Conference on Computing Education Research. ACM Press, New York, pp. 86–93, 2010.

[LFU23] Lawrence, Ramon; Foss, Sarah; Urazova, Tatiana: Evaluation of Submission Limits and Regression Penalties to Improve Student Behavior with Automatic Assessment Systems. ACM Transactions on Computing Education, 2023.

[Lo23] Lohr, Dominic; Berges, Marc; Kohlhase, Michael; Müller, Dennis; Rapp, Max: The Y-Model – Formalization of Computer-Science Tasks in the Context of Adaptive Learning Systems. In: 2023 IEEE German Education Conference (GeCon). IEEE, 2023.

[Na21] Nabil, Ramez; Mohamed, Nour Eldeen; Mahdy, Ahmed; Nader, Khaled; Essam, Shereen; Eliwa, Essam: EvalSeer: An Intelligent Gamified System for Programming Assignments Assessment. In (Bahaa-Eldin, Ayman, ed.): 2021 International Mobile, Intelligent, and Ubiquitous Computing Conference (MIUCC). IEEE, Piscataway, NJ, pp. 235–242, 2021.

[RA10] Reddy, Y. Malini; Andrade, Heidi: A review of rubric use in higher education. Assessment & Evaluation in Higher Education, 35(4):435–448, 2010.

[SS22] Strickroth, Sven; Striewe, Michael: Building a Corpus of Task-Based Grading and Feedback Systems for Learning and Teaching Programming. International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP), 12(5):26–41, 2022.

[St16] Striewe, Michael: An architecture for modular grading and feedback generation for complex exercises. Science of Computer Programming, 129:35–47, November 2016.

[WS07] Wolf, Kenneth; Stevens, Ellen: The role of rubrics in advancing and assessing student learning. The Journal of Effective Teaching, 7:3–14, 2007.

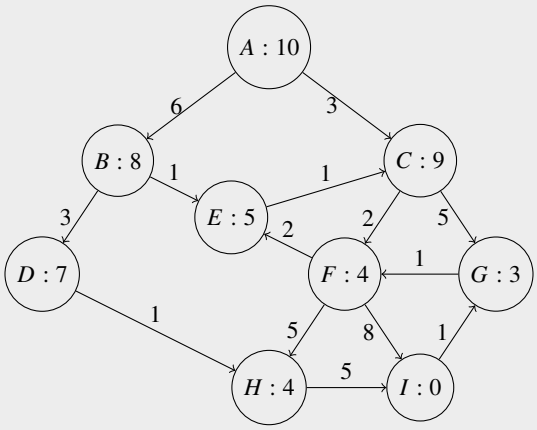
[Ze15] Zehetmeier, Daniela; Böttcher, Axel; Brüggemann-Klein, Anne; Thurner, Veronika: Development of a Classification Scheme for Errors Observed in the Process of Computer Programming Education. In: HEAd'15. Conference on Higher Education Advances. Editorial Universitat Politècnica de València, pp. 475–484, 2015.

9 Appendix

Task

Problem 2.1 (Search Algorithms) 8 pt

Consider the following graph:



Every node is labeled with $n : h(n)$ where n is the identifier of the node and $h(n)$ is the heuristic for estimating the cost from n to a goal node. Every edge is labeled with its actual cost.

Assume you have already expanded the node A. List the next four nodes (i.e., excluding A) that will be expanded using.

1. depth-first search 1 pt.
2. breadth-first search 1 pt.
3. uniform-cost search 2 pt.
4. greedy search 2 pt.
5. A*-search 2 pt.

If there is a tie, break it using alphabetical order.

Fig. 4: The analyzed task consisting of 5 subtasks

Problemorientiertes Lernen im Rahmen eines semester-begleitenden Praxisprojektes zur Orientierung von Informatik-Studienanfänger*innen

Heinz-Josef Eikerling[1], Ralf Hagemann[2]

Abstract: Die frühzeitige, fachübergreifende Orientierung von Studienanfänger*innen jenseits der Modularisierung von Studiengängen erlangt zusehends Bedeutung. Wir beschreiben einen Projektrahmen, der auf Basis einer überschaubaren Problemstellung die Studierenden zur Erkundung und Anwendung von Informatik-Techniken ermuntert und einen Ausblick auf im weiteren Studienverlauf behandelte Inhalte sowie beruflich relevante Kompetenzen gibt. Durch das selbstgesteuerte, aber geleitete und explorative Vorgehen lernen die Studierenden innerhalb von Gruppen Lösungen zu entwickeln und diese kritisch zu hinterfragen. Die erkannten Limitationen, die mit fortgeschritteneren und im weiteren Studienverlauf vermittelten Informatik-Verfahren durchaus behebbar sind, schaffen eine nachhaltigere Motivation der Studierenden für das Studium.

Keywords: Start Informatikstudium; Orientierung; Motivation; Projekt

1 Einleitung und Motivation

Neben Leistungsschwierigkeiten und (vermeintlich) schlechten Studienbedingungen sind Motivationsdefizite einer der Hauptgründe für einen Abbruch des Studiums [HW11], [NHD19]. Auch ohne die negativen Effekte der Pandemie scheinen die Abbruchquoten in den MINT-Fächern auf sehr hohem Niveau bestenfalls zu verharren [HHS], wobei ein Studienabbruch häufig nach dem ersten Studienjahr stattfindet.

Es stellt sich die Frage, wie die Motivation speziell der Studierenden im ersten Studienjahr verbessert werden kann. Insbesondere Veranstaltungsformate, die es den Studierenden gestatten, theoretisches Wissen in der Praxis anzuwenden und praktische Fähigkeiten zu entwickeln, sind den Studierenden willkommen [Ba12]. Dies gilt auch für die Informatik. Im Verlauf des Informatik-Studiums bieten die ausbildenden Hochschulen, um Studienabbrüche zu vermeiden, als berufsqualifizierendes Veranstaltungsformat Projekte an. In der Regel finden diese Projekte nach Aufbau einiger grundlegender Fertigkeiten später im Studienverlauf statt.

Zusehends häufiger gibt es auch einführende Projekte am Studienbeginn [Lu11], [Vo15], [GH19]. Sie dienen primär dazu, einen praktischen Einstieg in das Studium zu ermöglichen

[1] Hochschule Osnabrück, Fakultät IuI, Barbarastraße 16, D-49076 Osnabrück h.eikerling@hs-osnabrueck.de
[2] Hochschule Osnabrück, Fakultät IuI, Barbarastraße 16, D-49076 Osnabrück r.hagemann@hs-osnabrueck.de

und ein generelles Verständnis von technischen Konzepten und Arbeitsweisen zu vermitteln. Daneben helfen diese Projekte den Studierenden, auch fachübergreifende Kenntnisse zu erwerben und pragmatisch anzuwenden.

Vielfach werden Projekt-Angebote primär mit der Erreichung *kognitiver Lernziele* verknüpft. Für das hier avisierte Ziel der Steigerung der Motivation der Studierenden ist der Projektrahmen allerdings anders zu gestalten und die Perspektive der Studierenden einzunehmen: den Studierenden wird ein Problem vorgestellt, sie analysieren dieses, erarbeiten vor ihrem Wissenshintergrund Lösungen, diskutieren und verfeinern diese Lösungen durch Diskussionen untereinander und mit den betreuenden Lehrenden, setzen Lösungen um, testen diese und bewerten die Resultate. Im Ergebnis erkennen die Studierenden die zu Beginn des Studiums zwangsläufig auftretenden Wissenslücken, bekommen aber aufgezeigt, wo und wie diese im weiteren Verlauf des Studiums geschlossen werden. Je nach Ambition werden den Studierenden durch die betreuenden Lehrenden auch Hinweise zur Adaption entsprechender Techniken im Kontext des Projektes gegeben. Das gewonnene Verständnis führt zu einer verstärkten Motivation der Studierenden für den weiteren Verlauf des Studiums.

Wir beschreiben hier die Erfahrungen mit einem solchen Projektrahmen für Studierende am Beginn des 2. Fachsemesters im Bachelor-Studiengang *Technische Informatik*. Das Projekt ist Bestandteil des Moduls *'Orientierung und Methoden'*, welches vor vier Jahren im Studiengangentwicklung in das Curriculum integriert wurde, um dem beobachteten Auseinanderdriften der Eingangsqualifikationen der Studierenden gerade im Hinblick auf überfachliche Kompetenzen und Vorstellungen vom Studiengang durch ein Orientierung-gebendes Modul entgegen zu wirken. Die Studierenden haben im ersten Semester eine grundlegende Einführung in die Programmierung erhalten und elektrotechnisch-physikalische sowie mathematische Grundlagen und solche für die Technische Informatik im üblichen Umfang vermittelt bekommen. Im Methoden-Teil des Orientierungsmoduls haben die Studierenden grundlegende Fähigkeiten zur Informationsbeschaffung und -bewertung, zur strukturierten Planung und Organisation von Projekten in Gruppen, sowie zur Dokumentation und Präsentation von Projektergebnissen erworben.

2 Ziele und Elemente des didaktischen Konzepts

Konkret werden mit der Etablierung des hier beschriebenen Projektrahmens die folgenden Ziele verfolgt:

1. *Motivation* steigern: durch Bearbeitung einer überschaubaren Aufgabe und mit vergleichsweise einfachen Mitteln soll den Studierenden die Selbstwirksamkeit des Handelns im Projektkontext verdeutlicht und damit eine nachhaltigere Motivation für das Studium gefördert werden.
2. *Orientierung* geben: die Studienanfänger*innen sollen einen Ausblick auf Inhalte des Studiums und auf Elemente der späteren beruflichen Praxis erhalten.

3. *Projektarbeit* kennen lernen: die Studierenden sollen die selbstverantwortliche Organisation des Projektes in der Gruppe praktizieren.

Das Konzept der Lehrveranstaltung fokussiert die folgenden wesentlichen drei didaktischen Elemente ***E..***), auf die bei der Darstellung der Umsetzung noch Bezug genommen wird.

Unabhängig von der konkreten Aufgabenstellung, wird in dem hier beschriebenen Konzept der grundlegende Ansatz des *problemorientierten Lernens* ***E1*** genutzt. Hierdurch wird die Förderung des intrinsischen Themen- und Lerninteresses, die Entwicklung von Problemlösungs-Fähigkeiten sowie die Stärkung des Selbstvertrauens und der Eigenverantwortung der Lernenden adressiert. Die betreuenden Dozierenden skizzieren Lösungswege und dienen als Sparrings-Partner zur Diskussion von Ideen, regen Diskussionen an und unterstützen bei der Lösung von Problemen; sie insinuieren oder gar diktieren keine Lösungen.

Aufgabenstellung und Vorgaben zur Lösung werden so gewählt, dass die eingesetzten Techniken *graduell an die Ambition der Gruppe angepasst* ***E2*** werden können. Den Studierenden werden dazu u.A. in Form von Demonstrationen die grundlegenden Lösungswege vorgestellt, generelle Vorteile und Nachteile aufgezeigt. Letztendlich treffen die Teilnehmenden eine Entscheidung über den einzuschlagenden Lösungsweg aber selbständig und eigenverantwortlich.

Das dritte wesentliche Element ist eine *wettbewerbliche Komponente* ***E3***. Die Studierenden entwickeln Lösungen zur Aufgabenstellung in den Gruppen weitgehend unabhängig voneinander. Eine wichtige Anforderung an die Eigenschaften der Aufgabenstellung ist, dass die Qualität der abzugebenden Lösungen später objektiv messbar sein soll. Die Auswahl und Prämierung der besten Lösung erfolgt durch alle Projektbeteiligten (Studierende und Dozierende) am Ende des Projektzeitraums.

3 Aufgabenstellung: Beispiel 'Qualitätsmessung von Radrouten'

Natürlich sind auch an das Themenfeld der Aufgabe gewisse Anforderungen zu stellen. Die wichtigste ist sicherlich, dass das konkrete Thema in der Lebenswelt der Studierenden verankert ist und der Lösungsweg die Inhalte des Studiums der Technischen Informatik reflektiert.

Vor diesem Hintergrund sind prinzipiell viele Aufgabenstellungen denkbar. Beispielhaft soll hier eine Aufgabe skizziert werden, die darin besteht, «*eine mobile Anwendung zu realisieren, welche die Wege-Beschaffenheit entlang einer mit einem Fahrrad zurückgelegten Strecke bewertet, diese im Hinblick auf Ort und Zeit erfasst, lokal speichert und aktuelle Daten über ein vorgegebenes Protokoll an einen vorgegebenen Server schickt.*»

Anomalien entlang der Strecke sollen dabei detektiert und möglichst genau charakterisiert werden. Als messbare Größe wird ein Wert auf einer Skala von 0. . . 100 verwendet.

Beschreibungen der Beschaffenheit sollen sich diesen Werten zuordnen lassen. Bsp.: ‚Glatter Asphalt' = 100, ‚Tiefes Schlagloch' = 0. Außerdem sollen noch die Beschaffenheiten ‚Kies-/Schotter', ‚Pflaster', ‚Kopfsteinpflaster', ‚Feldweg' und ‚Bodenwelle' unterschieden werden; die Wertebereiche auf der Skala sind hierbei je nach Stärke z.B. der Bodenwelle flexibel und können von den Teilnehmern auf Basis von Erfahrungswerten selbst festgelegt werden.

Auf eine stärkere Formalisierung der Kommunikationen der Anforderungen in Form von Lasten- und Pflichtenheften wird zugunsten der explorativen Annäherung an eine (pragmatische) Lösung des grundlegenden Problems verzichtet.

4 Organisatorische und Technische Umsetzung

4.1 Organisatorischer Rahmen

Für die Aufgabenstellung ist ein Zeitraum von 12 Wochen vorgesehen. Die Bearbeitung erfolgt in bewusst zufällig zusammengestellten Gruppen von 5 Teilnehmenden, die jeweils einen Workload von 60 h zu erbringen haben. Neben der Realisierung der eigentlichen Lösung, editieren die Studierenden einen Erfahrungsbericht und erstellen einen 1-minütigen Video-Clip.

Im Projektzeitraum sind fünf Treffen (u.a. Kick-off Meeting, Finale) fest terminiert. Bei Bedarf können Support-Termine mit den Lehrenden vereinbart werden. Beim Kick-off Meeting werden die Erwartungen der Studierenden bezogen auf die Inhalte des Studiums aufgenommen und ein Bezug zur hier zu bewältigenden Aufgabenstellung hergestellt.

4.2 Technischer Rahmen

Für das Projekt wird als Sensorik-System die Entwicklungsplattform M5Stack [**23**] vorgegeben. Diese ist mit dem verbreiteten ESP32 Microcontroller ausgestattet und kann in vielfältiger Weise für derartige Projekte eingesetzt werden. Das System beinhaltet ein Grafikdisplay, einen MicroSD-Kartensteckplatz, einen USB-C Anschluss und drei Erweiterungsbuchsen. Über letztere können via I^2C Bus externe Sensoren angeschlossen werden. Im Zusammenhang mit der Projektaufgabe ist die Nutzung der 6-Achsen IMU (MPU6886) zur Aufnahme von Beschleunigungs- und Rotationswerten sinnvoll. Weitere Module lassen sich an das Basis-Modul anschließen; unabdingbar für Aufgabenstellung ist das GPS-Modul.

Die Hardware kann über verschiedene Mechanismen programmiert werden, die im Sinne von ***E2*** alle geeignet sind, die gestellte Aufgabe zu lösen. *UIFlow* ist eine graphische Programmier-Umgebung, die *Blockly* zur Umsetzung von Konstrukten wie Variablen, logischen Ausdrücken, Schleifen etc. verwendet (siehe Abb. 1). Aus der Umgebung wird ein

(Micro)-Python-Zwischencode generiert, der als Ausgangspunkt für die weitere Entwicklung genutzt werden kann (vom weiter modifizierten Code ist eine Rückkehr zu Blockly dann aber i.A. nicht möglich). Ebenso ist es möglich, direkt mit *(Micro)-Python* zu starten. Sicherlich die meisten Möglichkeiten der Programmierung eröffnet das *Arduino* SDK über C++. Dazu ist es notwendig, aus den Programmen generierte ausführbare Images auf den M5Stack per Wifi oder USB zu überspielen. Die Umgebung kann über das PlatformIO-Plugin für Visual Studio Code recht komfortabel genutzt werden.

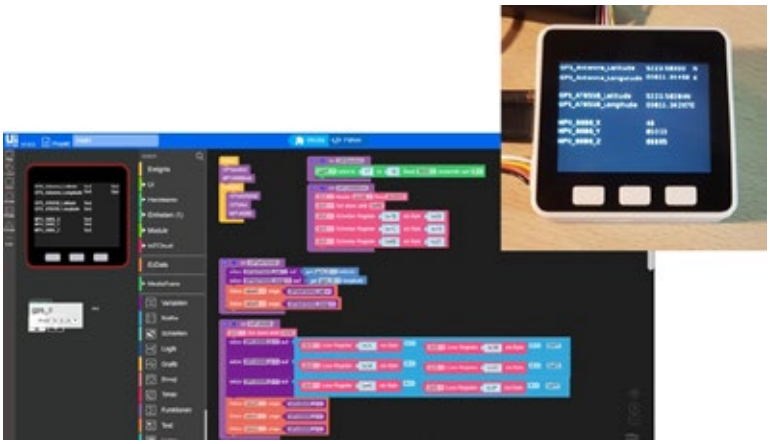


Abb. 1: Programmierung M5 Stack via Blockly

Zu Beginn des Projektes werden die Gruppen im Sinne von ***E1*** aufgefordert, die o.g. Ansätze anhand von einfachen Beispiele zu studieren, sich Vor- und Nachteile zu erschließen, die Eignung für die Aufgabenstellung zu prüfen und schließlich eine begründete Auswahl für einen Ansatz zu treffen, die im Projektbericht zu dokumentieren ist.

Kriterium	Blockly / UIFlow	Micro-Python	Arduino C++
Einfachheit der Nutzung	+	o	-
Steile Lernkurve	+	o	-
Flexibilität	-	+	+
Performanz	-	-	+
Einfache Möglichkeiten der Vernetzung	+	+	o
Einfache Integration von Sensoren	o	o	+
Komplexe Datenanalysen möglich	-	+	+

Tab. 1: Eigenschaften der Realisierungsansätze

In Tab. 1 werden die möglichen Ansätze im Hinblick auf verschiedene Kriterien bzgl. einer einfachen Skala bewertet. Die Kriterien Einfachheit bei initialer Adaption und Nutzung sowie Flexibilität wurden weiter oben schon motiviert. Für die Bewertung der Eignung zur Lösung der Aufgabe sind noch weitere Kriterien zu betrachten. Z.B. muss eine Verbindung zu einem Web-Service zur Erfassung der geo-referenzierten Streckeninformationen umgesetzt werden.

Dies ist über UIFlow via Blockly mit geringem Aufwand möglich, es können auch recht einfach Verbindungstests durchgeführt werden. Hingegen sind auch einfache Auswertungen (z.B. Berechnung von gleitenden Mittelwerten der Beschleunigungen) nur recht umständlich umsetzbar. Darüber hinaus ist die Performance und die erreichbare Sample-Rate beim Arduino-Ansatz höher. Allerdings müssen die Eigenarten der Loop-Programmierung und die Nutzung von sog. Smart-Delays zur Einhaltung von Zyklus-Zeiten verstanden sein. Dies erschließen sich die Studierenden ohne fixe Vorgaben seitens der Lehrenden selbst.

5 Ablauf und Erfahrungen

5.1 Typischer Projekt-Ablauf und Behandlung von Problemen

Die *Betreuungstermine* dienen der Gruppen-übergreifenden Synchronisation vor allem im Hinblick auf organisatorische Aspekte; aber auch zur Identifikation und Lösung von gemeinsamen technischen und konzeptionellen Problemen. Typische Probleme drehen sich um:

- Die Konfiguration (TX/RX, Baudraten) von Sensoren, z.B. des GPS-Moduls. Des Weiteren werden Hinweise zur Interpretation der vom Modul gelieferten Daten (Längen- und Breitengrad, Dezimalminuten als Nachkommastellen) gegeben.
- Zwar steht für den M5Stack eine umfangreiche Sammlung von Beispielen und Dokumentationen zur Verfügung [MF23], aber nicht immer ist die Inbetriebnahme ohne Probleme möglich. Hierzu wird Unterstützung angeboten.
- Die von den Studierenden zu entwickelnde Algorithmik zur Datenanalyse ist das wesentliche, wettbewerbliche Differenzierungsmerkmal. Da die Studierenden wenig Erfahrungen mit der Handhabung und Verarbeitung von Sensordaten haben, werden Literaturhinweise auf elementare Verfahren (Pufferung von Daten, Elimination von Ausreißern, Berechnung von gleitenden Durchschnitten etc.) gegeben. Z.B. [RW16] .
- Es werden auch Ratschläge zum Vorgehen gegeben. Empfohlen wird z.B. die Aufzeichnung von Rohdaten der IMU, um Verfahren der Datenanalysen offline entwickeln und in beschränktem Maße auch testen zu können.

Im *Abschlussworkshop* findet die vergleichende Evaluierung der Projektergebnisse der Gruppen statt. Zur Umsetzung dieses wettbewerblichen Elementes ***E3*** wird ein Parcours befahren und die Bewertung der Streckenbeschaffenheit mit den entwickelten Lösungen der Gruppen vorgenommen. Alle im Veranstaltungsraum versammelten Projektteilnehmer nehmen am Testgeschehen per Live-Video-Übertragung teil und sehen die geo-referenzierten Analyse-Ergebnisse. Vor Beginn der Testfahrt haben die Gruppen Gelegenheit, ihre Lösung u.a. in Form eines Video-Clips vorzustellen. Dabei soll insbesondere das Analyse-Verfahren erklärt werden. Nach Abschluss der Probefahrt findet die Bewertung der aktuell getesteten Lösung durch alle Teilnehmenden anhand eines kompakten Kriterien-Kataloges statt.

Abb. 2: Testaufbau zur Evaluierung der Lösungen beim Abschlussworkshop.

5.2 Erfahrungen

Die Betreuenden nehmen bei der Projektdurchführung bewusst eine zurückhaltende Rolle (Mentor*innen, Coaches) ein. Nicht selten starten Projekte im Hinblick auf die Entwicklung eines geeigneten Ansatzes der Datenanalyse mit hohen Ambitionen. Beispielsweise wird von den Teilnehmenden häufig erkannt, dass die grundlegende Aufgabenstellung einem Klassifizierungsproblem entspricht, dem man mit Machine Learning beikommen kann [HD21]. Die Übertragung der einschlägigen Verfahren (*Bayes-Classifier*, *nearest Neighbour* oder gar tiefe Netze) von anderen mobilen Plattformen (Smartphone, siehe [HMM13]) auf das hier vorgesehene Microcontroller-basierte System erweist sich dann als zu aufwändig und wird zu Gunsten eines pragmatischeren Ansatzes (Geschwindigkeits-abhängige Detektion von empirisch festlegten Schwellwerten für die gemessenen Beschleunigungen) verworfen. Dies führt zwar zu ungenauen Klassifizierungen aber immerhin können die geforderten Qualitätswerte relativ genau und nachvollziehbar ermittelt werden.

Sicherlich ist die Datenanalyse und deren Akkuratesse ein zentraler Aspekt des zu entwickelnden Systems. Gleichwohl geht es in dem Projekt nicht um die Entwicklung eines allen Qualitätsanforderungen gerecht werdenden *Produktes*, sondern um einen *System-Prototypen*, der zunächst einmal alle in der Aufgabenstellung genannten Funktionen adressieren soll und aus verschiedenen arbeitsteilig entwickelten Komponenten besteht. Sichtbarer werden Unzulänglichkeiten insbesondere auch beim Bedienungskonzept. Dieses kann recht einfach ausfallen (Ein- bzw. Ausschalten), aber sollte die Benutzungsschnittstelle dem User nicht auch ein rudimentäres Feedback im Hinblick auf den detektierten Streckenzustandes geben?

Nicht unerwartet sind Probleme bei der Projektorganisation. Einzelne Gruppen schätzen den Aufwand einzelner Aktivitäten bezogen auf den fix vorgegebenen zeitlichen Rahmen zum Projektstart falsch ein. So verstreicht zu Beginn relativ viel ungenutzte Zeit, sodass

in der Folge bis zum Projektabschluss ein höherer Arbeitsdruck herrscht. Dies stellt eine unerwünschte aber nicht unübliche Situation in späteren Projekten im Berufsumfeld dar. Dass die Komponenten und ihr Zusammenspiel durchaus verbesserungsfähig sind, ist eine unstrittige und wichtige Einsicht, die alle Studierenden am Ende des Projektes mitnehmen. Nahezu ideal ist es im Hinblick auf ein solches Einstiegsprojekt, wenn zu den identifizierten Verbesserungen Lösungen aufgezeigt werden können, die als Verfahren in Veranstaltungen (auch als Wahl- oder Wahlpflichtfächer) im weiteren Studienverlauf adressiert werden.

Letzteres wird auch aus *Sicht der Studierenden* so wahrgenommen. In einer nach Projektabschluss durchgeführten Befragung wird die Projektlaufzeit als *stressig* empfunden. Dass dies auch mit dem *Wettbewerb* zum Projektabschluss zusammenhängt, wird nicht bestätigt. Es kann auch nicht beobachtet werden, dass dieser Wettbewerb mit einer kontra-produktiven Verbissenheit geführt wird. Sehr positiv wird aber die *Gruppenbildung* und deren Zufälligkeit gesehen, die häufig dazu führt, dass Studierende auch nach Projektabschluss in Form von Lern- oder Arbeitsgruppen weiter zusammenarbeiten. Des Weiteren geben die Studierenden an, einen guten Ausblick auf spätere Lehrveranstaltungen (Embedded Systems, IoT & Industrie 4.0, Systems Engineering) erhalten zu haben. Dass es während der Durchführung Projektes nur zu sehr wenigen Abbrüchen einzelner Teilnehmer kommt, lässt darauf schließen, dass die Motivationslage seitens der Studierenden gut ist.

6 Diskussion und Fazit

Das Arrangement eines sinnvollen, mit moderatem Aufwand zu bewältigenden Projektes für Informatik-Studienanfänger*innen ist durchaus aufwändig, müssen doch Studiengangspezifische Inhalte vor dem Hintergrund des noch limitierten Methoden-Wissens der Studienanfänger*innen motivierend und ohne Überforderung adressiert werden. Darüber hinaus sollten die Studierenden sofort etwas mit der Aufgabenstellung verbinden können und diese mit dem notwendigen Engagement angehen. Das hier beschriebene Konzept einer festen Aufgabenstellung inkl. der Durchführung eines Wettbewerbs zum Projektabschluss unter intensiver Betreuung der als Coaches fungierenden Dozierenden wurde bei der Schaffung des Orientierungsmoduls initial nicht so umgesetzt. Vielmehr war die initiale Einschätzung, dass die Studierenden durch ein selbstgewähltes Thema (ggf. auf Basis eines Themen-Pools) mit Informatik-Bezug besser zu motivieren sind. Betrachtet man allein die Zahl erfolgreichen Projektabschlüsse, so kann man festhalten, dass dem offensichtlich nicht so ist.

Möglicherweise ist der nicht unerhebliche Aufwand und die Unwägbarkeiten einer solchen Projektveranstaltung der Grund, weshalb derartige Formate nicht landläufig am Beginn von Studienverläufen eingeplant werden. Denkbar wäre auch, ein solches Projekt noch früher (z.B. in den Studienvorbereitungswochen) zu platzieren. Die Einschätzung bei der jetzigen Organisation des Orientierungsprojektes ist, dass eine solche Projekterfahrung eher demotivierend auf Studierende in spe wirken könnte, auch wenn das frühzeitige Erkennen einer Fehlorientierung durchaus nicht negativ ist. Unsere Einschätzung ist aber, dass wie

oben beschrieben organisierte Veranstaltungen Motivationsdefizite reduzieren und damit den Studienerfolg nachhaltig erhöhen können.

Literatur

[Ba12] Bargel, T.: Bedeutung von Praxisbezügen im Studium. In (Schubarth, W.; Speck, K.; Seidel, A., Hrsg.): Studium nach Bologna: Praxisbezüge stärken?! : Praktika als Brücke zwischen Hochschule und Arbeitsmarkt. Springer VS, Wiesbaden, S. 37–46, 2012, ISBN: 978-3-531-18578-1.

[GH19] Göbel, L.; Hellmig, L.: Informatik spannend präsentieren – Ein Einstieg in den Studiengang Lehramt Informatik. In (Pasternak, A., Hrsg.): Informatik für alle. Gesellschaft für Informatik, Bonn, S. 191–200, 2019.

[HD21] Heidt, J.; Dorer, K.: Classification and Prediction of Bicycle-Road-Quality using IMU Data. In (Schäfer, K.-H.; Quint, F., Hrsg.). Artificial Intelligence : Application in Life Sciences and Beyond, Hochschule Kaiserslautern, S. 138–149, 2021, URL: https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:ofb1-opus4-53809.

[HHS] Heublein, U.; Hutzsch, C.; Schmelzer, R.: Die Entwicklung der Studienabbruchquoten in Deutschland. DZHW Brief/.

[HMM13] Hoffmann, M.; Mock, M.; May, M.: Road-quality classification and bump detection with bicycle-mounted smartphones. CEUR Workshop Proceedings 1088/, S. 39–43, Jan. 2013.

[HW11] Heublein, U.; Wolter, A.: Studienabbruch in Deutschland. Definition, Häufigkeit, Ursachen, Maßnahmen. Zeitschrift für Pädagogik 57/2, S. 214–236, 2011, ISSN: 0044-3247, URL: https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-opus-87168.

[Lu11] Lucke, U.: Design eines pervasiven Lernspiels für Studienanfänger. In (Rohland, H.; Kienle, A.; Friedrich, S., Hrsg.): DeLFI 2011 - Die 9. e-Learning Fachtagung Informatik. Gesellschaft für Informatik e.V., Bonn, S. 103–114, 2011.

[MF23] M5Stack Co. Ltd., 2023, URL: https://m5stack.com/, Stand: 27. 04. 2023.

[NHD19] Neugebauer, M.; Heublein, U.; Daniel, A.: Studienabbruch in Deutschland: Ausmaß, Ursachen, Folgen, Präventionsmöglichkeiten. Zeitschrift für Erziehungswissenschaft 22/5, S. 1025–1046, 2019.

[RW16] Rost, M.; Wefel, S.: Sensorik für Informatiker : Erfassung und rechnergestützte Verarbeitung nichtelektrischer Messgrößen. De Gruyter Oldenbourg, 2016, ISBN: 9783110351576.

[Vo15] Vosseberg, K.: Mit Projekten ins Studium starten. In: SEUH. S. 123–124, 2015.

VII Kompetenzrahmung

Piloting a competence network based on the Four Component Instructional Design model for data science teaching

Andrea Linxen[1], Simone Opel[1], Christian Beecks[1]

Abstract:

As the demand for skilled data scientists continues to grow, universities are revising existing courses and creating new programs to equip students with the necessary data science skills. The development of new data science programs offers the opportunity to shift the curriculum from an objectives-based pedagogy to using competence as the organizing principle. This transition requires the creation of learning situations where students can train competence within a given context. In this paper we propose a competence network based on the Learning Taxonomy by Anderson and Krathwohl which can be used as a blueprint to design a learner-centered data science program with the Four Component Instructional Design Model. The concept is prototyped for a learning unit for clustering, which will be evaluated in an iterative educational design research approach.

Keywords: Instructional Design; Data Science; 4C/ID; competence; curriculum

1 Introduction

Due to the growing demand for data science professionals, universities are revising existing courses and creating new programs to equip students with the necessary data science skills [Sc23]. Developing a new data science program presents educators with the opportunity to shift from an objectives-based pedagogy to using competence as the organizing principle in their curriculum. The focus on equipping students with the ability to apply knowledge appropriately in a given context requires programs to use learning situations as their primary teaching practice as competence develops through action [Jo07].

This goal can be achieved by implementing the Four Component Instructional Design model (4C/ID), which focuses on training competence through real-life learning tasks [Je19]. Students can learn to apply knowledge and skills appropriately in a given situation and develop competency through action. To structure a program with the 4C/ID model, educators employ the Ten Steps instructional design process [vK18]. This guideline describes an iterative process that creates an engaging education that achieves learning objectives consistently and reliably. The 4C/ID model guides this process by providing recommendations on how to organize educational materials.

[1] alle Autoren: FernUniversität in Hagen, Fakultät für Mathematik und Informatik, Universitätsstraße 11, 58097 Hagen, andrea.linxen|simone.opel|christian.beecks@fernuni-hagen.de

While instructional design (ID) guides the transition to a competency-based pedagogy, a common framework can translate learning objectives into competencies. Competency can be defined as the ability to apply knowledge appropriately and adequately to a given situation [UN13]. This definition of competency is reflected in the learning taxonomy by Anderson and Krathwohl, who define learning objectives as the combination of knowledge and cognitive process [AK09]. Competency is the ability to cope with tasks at a certain level of complexity and consists of many individual competency facets that build on each other, which are interconnected and are mutually dependent. Thus, each learning objective that is specified for a course describes an entire *competence network*. By developing learning tasks in the 4C/ID model based on the taxonomy, educators can monitor the acquisition of skill levels through assessments of the learning tasks. This offers the opportunity to collect educational data and create an adaptive learning environment – especially if the program is hosted on an online platform.

In this paper, we propose the fusion of the learning taxonomy by Anderson and Krathwohl with the 4C/ID process and model to create a competence network, which is suitable to teaching data science skills in an online higher education program. In sec. 2 we discuss the current state of the art and describe the concepts of instructional design for data science in sec. 3. In sec. 4 we introduce a framework for a competence network and propose a prototype based on the competence network for a data science learning unit in sec. 5. Finally, we explain in sec. 6 how the prototype will be evaluated with the educational design research approach and discuss the next steps in sec. 7.

2 Related Work

Creating a new data science program requires educators to define a curriculum based on the competencies necessary for a data science professional. The UNESCO International Bureau of Education identifies competence as a combination of knowledge, skills and attitudes appropriate to a particular context [UN13]. This definition emphasizes the importance of situational awareness when training competence. The learning taxonomy by Anderson and Krathwohl guides educators to phrase learning objectives that combine knowledge and cognitive process in a situational context [AK09]. The learning taxonomy is a revision of the framework designed by Bloom, shifting the terminology of the competencies from noun to verb and categorizing knowledge into four separate dimensions [Wi16].

The European Union has also sponsored several projects to identify the skills and knowledge a data scientist needs, including the EDISON Project [ED23] and the European Data Science Academy [Eu23]. The EDISON in particular emphasized the importance of competence and produced a data science framework which defines competence as the ability to apply knowledge, skills and attributes for achieving desirable results [Sc23]. However, the EDISON framework does not support educators in designing situation-based instruction, which would enable students to train new skills in an appropriate context.

If a curriculum focuses on gaining competency, programs must provide an appropriate learning context where skills can be trained in realistic situations [Jo07]. Instructional design (ID) can be used to create learning situations, which allow students to acquire skills through action. Instructional design can be defined as a *systematic process* that is employed to develop education and training programs consistently and reliably [BD15]. The result of ID is the creation of engaging, effective and learner-centric education.

The fundamental ID process can be summarized into five core principles with the acronym *ADDIE*: *analysis, design, development, implementation* and *evaluation* [BD15]. Based on this basic structure, several ID systems were designed specifically for teaching computer science, such as the *Integrative Learning Design Framework* (ILDF) which provides an integration of instructional design into software engineering [Ba09]. The *Sims and Jones Model* introduces the development cycle for online teaching and learning materials, using a scaffolding strategy to create learner-centred activities [SJ02].

The Ten Steps to Complex Learning ID process, however, uses learning tasks to create situations where students can develop competencies in realistic settings [vK18]. The corresponding Four Component Instructional Design model (4C/ID) guides this process by providing recommendations on how to organize educational materials [Je19]. The 4C/ID model has been successfully implemented in several computer science programs, such as the development of Android applications [MBV18], learning the foundations of electric circuits [MM14] and designing loops in programming [Gu19].

The combination of an instructional design model and a competence-based learning taxonomy can create instruction that is both effective and appealing for data science education [Ro21]. Designing a competence-based program by combining the 4C/ID model and a competence network based on the learning taxonomy by Anderson and Krathwohl creates situations which enable complex learning and facilitate active problem-solving. Furthermore, this approach allows educators to collect data about the acquisition of competence levels, especially if the course is offered on a learning management platform such as Moodle [ID20]. During the design process, insights from this educational data can be used to create adaptive and individualized education through learning analytics [RV20].

3 Instructional Design for Data Science

The competence network incorporates the Learning Taxonomy developed by Anderson and Krathwohl (2001) into the Four Component Instructional Design (4C/ID) model. Both concepts are introduced in this chapter, including the Ten Steps to Complex Learning instructional design process linked to the 4C/ID model. Subsequently, the competence network is presented as an extended instructional design model particularly suited for data science programs.

3.1 The Four Component Instructional Design Model

The Four Component Instructional Design Model (4C/ID) model was originally developed by Jeroen van Merriënboer as a holistic approach to instructional design [vK18]. The 4C/ID model aims to facilitate complex learning by integrating learning objectives into a knowledge base, rather than reducing learning goals into atomic facts and simple skills. To achieve this goal, the 4C/ID model is simplified into ten steps that are distributed among four components:

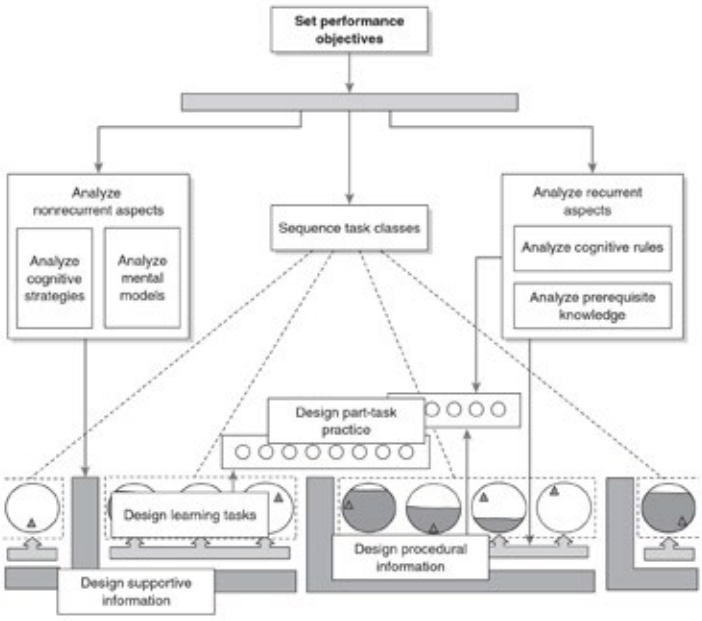


Fig. 1: The Four Component Instructional Design Model; graphic taken from [vK18].

To better understand the structure of the model, it is important to define the purpose of each of the four components. First, learning tasks are authentic exercises based on real-life tasks focusing on teaching knowledge and skills. Second, supportive information contains the necessary materials to facilitate the reasoning and problem-solving aspects of the learning tasks. The third component is composed of procedural information about performing the learning tasks. Fourth, part-task practice includes repetitive exercises that allow students to train for routine aspects of tasks.

Developing the competence network requires understanding how to design learning tasks and performance assessments.

Designing learning tasks is the first milestone of the ten-step instructional design process. Learning tasks are based on real-life tasks and challenge students at an appropriate difficulty

level. Their design includes the preparation of a safe and simulated environment, which allows students to focus on the exercise. Subsequent tasks can be realized in increasingly authentic environments to prepare students for the workplace. A sequence of learning tasks is designed to start with a high level of guidance, incrementally decreasing the level of support to foster independent problem-solving skills. Successfully and independently performing a learning task at a particular difficulty level allows students to continue to the next, more complex task class.

By creating performance assessments in the subsequent design step, educators can determine the level of mastery students have reached based on predefined standards. In order to monitor the progress of students through the educational program, a constant set of standards and performance objectives need to be designed. Therefore, instructional designers need to understand the overall learning goal and construct a skill hierarchy. The hierarchy includes all necessary skills and their relationships, where vertical connections denote a prerequisite skill and horizontal connections order skills by sequence. Assessments can be divided into vertical and horizontal progress with different levels of complexity. It is up to the educator to decide which level of mastery is required for each task.

3.2 The Learning Taxonomy model by Anderson and Krathwohl

Objective-based instruction implies that students need to acquire theoretical knowledge before being able to apply new skills. In contrast, a curriculum focused on competence as an organizing principle assumes that students can only develop skills by using them in action [Jo07]. Complex learning requires the combination of multiple competencies and the ability to put knowledge into action. The Learning Taxonomy by Anderson and Krathwohl defines competence as the combination of knowledge dimensions and cognitive processes [AK09]. Therefore, this taxonomy with its different levels helps in defining the competencies that students should achieve.

4 Competence Network

The design of a data science course is preceded by the development of a curriculum, which aligns the educational goals with the needs of society [Jo07]. Amongst other things, the curriculum defines learning objectives which represent the desired learning outcome of the program and guides the design process of new courses. The following section describes the transition from a curriculum to a competence-based pedagogy. In the next section, the development of a data science program as a competence network is introduced. The final section discusses the influence of the competence network on the Four Component instructional design process.

4.1 Competence-based learning objectives

Learning objectives express how students should be shaped by the educational process, framed as either complex, long-term goals or more specific, step-by-step instructional units. Learning objectives are defined by educators during the instructional design process, to adapt the educational system to the current needs of data science practitioners. If the curriculum is based on the principle of competence, then learning objectives need to transition to describing the knowledge and skills that students should acquire. The Learning Taxonomy by Anderson and Krathwohl describes the process of matching learning objectives with the competence dimensions in the Learning Taxonomy Table [AK09]. Each competency can then be integrated into the competence network described in the subsequent section.

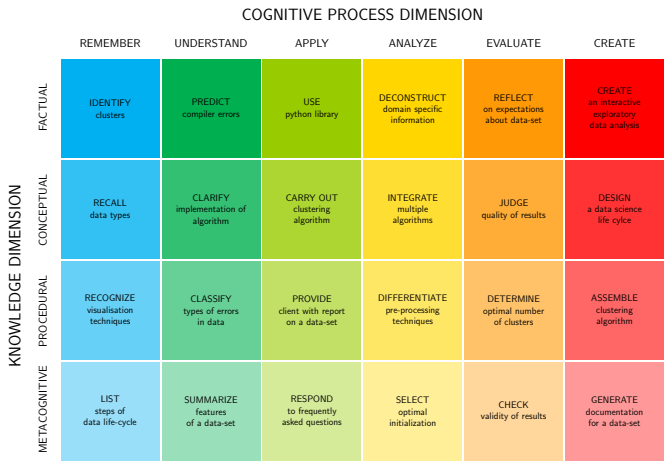


Fig. 2: The Learning Taxonomy adapted for data science (with selected exemplary knowledge elements)

To match educational goals with the corresponding competency, learning objectives should be formulated as a combination of knowledge and cognitive process. Educators can then place each learning objective into the Learning Taxonomy Table, examining the noun and verb phrase and determining the relation to the knowledge and cognitive process dimensions. The categorization process can be demonstrated with the following learning objective: *Students should learn to use classification (such as the Nearest Neighbor Classifier) on data sets to gain new insights.* The verb *use* is associated with the cognitive process *Apply*, while the noun *classification* can be categorized as a principle or generalization which belongs to *Conceptual Knowledge*. Therefore, the learning objective can be sorted into the Learning Taxonomy Table in Figure 2 at the intersection of *Apply* and *Conceptual Knowledge*. The table displays several learning objectives from a data science introductory course. Each colour of the Learning Taxonomy Table in Figure 2 corresponds to a cognitive process, while the opacity represents the knowledge dimension.

4.2 The Competence Network

While Figure 2 visualizes the global or long-term learning objectives of a data science curriculum, instructional designers need to subdivide each complex learning goal into more specific competency components to create a successful program. The global competence *Students should learn to use clustering (such as k-means clustering) for problem-solving* can be split into multiple sub-skills: Data science practitioners might use the skills *ASSEMBLE a k-means algorithm*, *DETERMINE the number of clusters* and *SELECT the initialization*. Furthermore, they need the ability to *CARRY OUT k-means clustering*, *JUDGE the quality of the outcome* and *CHECK the validity of the results*.

This subdivision of complex learning goals leads to the creation of a competency hierarchy, which represents the sequence of steps during the problem-solving process. Figure 3 visualizes the hierarchy between the aforementioned skills. Each node represents a skill belonging to the complex learning goal, which in itself is a competency as defined by Anderson and Krathwohl. Each competency is attributed to a particular cognitive process from the learning taxonomy, visualized in Figure 3 by colours matching the categories in Figure 2. The nodes are connected through directed edges, which describe the scaffolding of the system. For example, students should learn how to determine the number of clusters before attempting to carry out a k-means clustering algorithm.

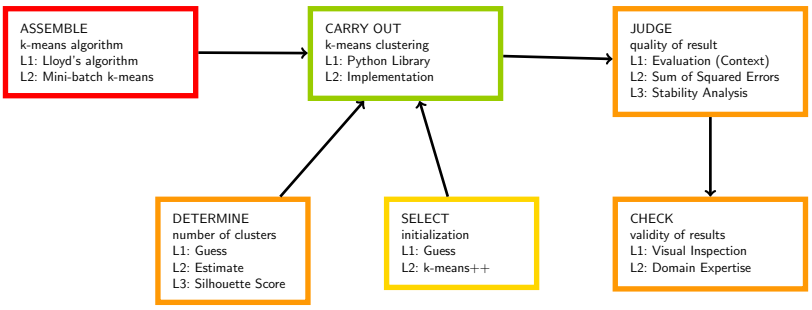


Fig. 3: Subset of a Competence Network (k-means clustering)

However, students don't need to fully master competency in order to use it for problem-solving in a given situation. Considering the previously mentioned competency *DETERMINE the number of clusters*, students could simply guess the number and use this value to trial the k-means algorithm. An advanced strategy would be the estimation of the value based on the context, which would require students to collect further information about the task domain. Finally, mastering this competency would lead students to learn a selection of methods, such as the silhouette coefficient, to determine the optimal number of clusters. The different levels of problem-solving mentioned above split the competency, *DETERMINE the number of clusters* into three distinct and increasingly complex skill levels.

These steps map the learning process students need to traverse in order to acquire a new competency. Adding skill levels to each competence in Figure 2 creates a blueprint for instructional designers, which enables them to plan study units based on the competence network. Because the competence categories in the learning taxonomy combine different knowledge and cognitive process dimensions, the division of each competency into skill levels can not be standardized. Instead, educators need to define which skill levels students should acquire during the instructional design process. The competence network furthermore specifies the level of proficiency students should reach for each competency during the data science program.

Designing a data science program with the 4C/ID model will create learning situations where students can train new skill levels. The following section will describe the design process.

4.3 Instructional Design Process with the Competence Network

The Ten Steps to Complex Learning design process guides the construction of a program which uses the 4C/ID model to organize educational materials [vK18]. The following section introduces the combination of the design process with the competence network introduced in the previous sections. The instructional design process for a data science program might reshuffle the sequence of steps described below, however, some activities create input for subsequent steps and should be executed in order.

Learning Tasks Designing learning tasks is the first milestone of the ten-step instructional design process. Learning tasks should offer realistic situations that allow students to train competence at an appropriate difficulty level. Their design includes the preparation of a safe and simulated environment, which allows students to focus on the exercise. Each learning task requires a diverse subset of skills and enables students to master new levels of competency. Designing performance assessments during the second design step allows educators to determine which skill levels students have reached in the competence network, and whether the level of mastery is sufficient to proceed to subsequent tasks. Performance assessments and the scaffolding in the competence network influence the sequencing of learning tasks in the next design step. Tasks should be organized in a simple-to-complex progression, with increasingly complex situations corresponding to the hierarchy of the competence network.

Supportive Information The design of supportive information is preceded by the analysis of cognitive strategies and mental models. These two design steps examine the systematic approach to problems and the mental organization of the task domain by proficient data science practitioners. The resulting information about problem-solving and domain models can be used to design supportive information. This step includes the collection and preparation of materials that students can use during learning tasks related to a particular competency.

Procedural Information The next two steps lead to the design of procedural information, which guides students through the routine aspects of learning tasks. The two steps analyze the cognitive rules and prerequisite knowledge, which enable experts to perform routine aspects of the task. Subsequently, the results of these analyses create the basis for designing procedural information.

Part-Task Practice The design of part-task practice is necessary for training skills that can be automated, which were identified during the analyses of cognitive rules.

Performance Assessments It is vital to discuss the importance of performance assessments during the second step of the instructional design process. Creating performance assessments based on the competence network allows educators to monitor the individualized learning trajectories of each student. Assessments can either test to which extent students have learned to apply a specific competence in a given situation, or they can examine a combination of competencies selected from a learning unit. The focused assessment permits educators to measure the depth of learning or skill levels for a single objective, whereas distributed assessment surveys the process of attaining complex learning objectives. The broader testing can also help to diagnose underlying learning difficulties, for example, a student may struggle with a given task, because an essential aspect of procedural knowledge was skipped during the learning process. Procedural assessments can be integrated into the instruction or could be conducted independently for the purpose of assigning grades, however, it is important to adjust the assessment type to the cognitive process dimension of the competency [AK09]. Performance assessment can track the individualized learning trajectories for each student, which can create an adaptive system of learning tasks focused on providing a learner-centred instructional path.

5 Prototyping the Competence Network and Instructional Design Process

The purpose of the competence network is to translate the learning objectives of a data science program into a map of the competencies that students need for their future careers. It combines the learning taxonomy by Anderson and Krathwohl with the four-component instructional design model, enabling educators to visualize the relationship between skills. Instructional designers can use this map to identify the competencies required for a particular learning task and create skill-oriented educational materials. This section prototypes a learning unit based on the competence network presented in Figure 3 and the instructional design process introduced in the previous section.

The design process begins by designing a sequence of learning tasks, which provide realistic situations where students can train the skills listed in the competence network. The following learning task provides an example of an advanced challenge for data science students:

"*A data set containing credit card usage with eighteen behavioural features is given. Profile the customers based on their behaviour using the Lloyd algorithm to perform k-means clustering and explain the spending habit of each group. Estimate the optimal number of clusters based on the context.*"

The learning task presents students with a pre-processed data package and domain information, which allows students to focus on performing the k-means clustering algorithm. This learning task focuses on building fundamental skill levels, such as using a simple and pre-selected algorithm. This learning task can be sorted into a sequence of exercises with increasing complexity, covering different skill levels and increasing the number of competencies necessary for problem-solving. Hosting the learning tasks and programming environment on an online platform, such as Moodle, provides students with a realistic working environment. This also allows educators to monitor the problem-solving process or create performance assessments such as questionnaires.

Creating supportive information relies on the analyses of cognitive strategies and mental models. Interviewing data science practitioners and reviewing related case studies provide information about the problem-solving process. Based on this information, educators can select and prepare relevant learning materials. In the aforementioned example, the learning materials include information about the Lloyd algorithm, instruction on how to select the initialization and expert advice on how to evaluate the quality of k-means clustering. Subsequently, procedural information is designed based on the analyses of cognitive rules and prerequisite knowledge. This information includes guidance on how to conduct routine aspects of the learning tasks. In the given example, students should be provided with the basic commands for the programming environment, as well as instructions on how to validate the results of clustering in a given context. The learning materials contained in the procedural information are supported by part-task practices, which offer students the opportunity to achieve high levels of automation for routine aspects.

6 Evaluation

The competence network and instructional design process described in the previous sections will be implemented for an introductory data science course in the near future. The program is offered to students via the online platform Moodle, which will facilitate the educational design research approach introduced by McKenney and Reeves [MR12]. Educational design research focuses both on theory and practice, combining scientific investigation and iterative improvement in educational programs.

Educational design research can be separated into three core phases within an iterative, flexible process: analysis/exploration, design/construction and evaluation/reflection. During the analysis and exploration phase, the current implementation of the data science course will be reviewed, leading to the definition of the long-term study goal. This phase will

include a literature review as well as collaboration with data science practitioners in order to produce a first draft of the competence network.

The resulting proposition leads to the design and construction phase, where the data science program will be transitioned to fit a competence-based curriculum. This phase focuses on the implementation of the instructional design process introduced in the previous sections, resulting in the creation and assembly of a competence-based, introductory data science course organized with the 4C/ID model. During the construction process, the blueprint for the program will be created by dividing competencies into skill-levels, which then control the design of the learning tasks and instructional materials.

This framework enables the evaluation and reflection phase, which examines both the immediate and long-term effects and impact of the educational intervention. The evaluation will study a number of parameters, such as soundness, feasibility, effectiveness and long-term impact. This process will draw information from surveys, test result, data collected from performance assessments and teaching evaluations. The resulting empirical findings as well as critical reflection of the design process will then influence the progress of the iterative educational design research.

7 Discussion

Combining the learning taxonomy by Anderson and Krathwohl with the four-component instructional design model, allows educators to create a competence network mapping the skills students need in their future careers. This model is particularly suitable for teaching data science. In the future, we plan to conduct a large user study to examine learning success for data science education in a university setting. In addition, we intend to monitor the progression of students through the competence network and evaluate this new type of data through learning analytics.

References

[AK09] Anderson, L.; Krathwohl, D.: A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. Longman, New York, 2009, ISBN: 0321084055.

[Ba09] Bannan, B.: The integrative learning design framework: An illustrated example from the domain of instructional technology. In: An introduction to educational design research. Netherlands Institute for Curriculum Development SLO, pp. 53–73, 2009.

[BD15] Branch, R.; Dousay, T.: Survey of instructional design models. Association for Educational Communications and Technology (AECT), 2015, ISBN: 0997075503.

[ED23] EDISON Project: EDISON: Building the data science profession, 2023, URL: https://edison-project.eu/, visited on: 08/22/2023.

[Eu23] European Data Science Academy: EDSA: Data science training and data science education, 2023, URL: https://edison-project.eu/, visited on: 08/22/2023.

[Gu19] Guney, Z.: A Sample Design in Programming with Four-Component Instructional Design (4C/ID) Model. Malaysian Online Journal of Educational Technology 7/4, pp. 1–14, Oct. 2019.

[ID20] Ifenthaler, D.; Drachsler, H.: Learning Analytics. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2020, ISBN: 978-3-662-54368-9.

[Je19] Jeroen J. G. van Merriënboer: The Four-Component Instructional Design Model: An Overview of its Main Design Principles. School of Health Professions Education, Maastricht University, 2019, ISBN: 978-94-6380-600-8.

[Jo07] Jonnaert, P.; Masciotra, D.; Barrette, J.; Morel, D.; Mane, Y.: From Competence in the Curriculum to Competence in Action. PROSPECTS 37/2, pp. 187–203, Nov. 2007.

[MBV18] Marcellis, M.; Barendsen, E.; Van Merrienboer, J. J. G.: Designing a Blended Course in Android App Development using 4C/ID. In: Proceedings of the 18th Koli Calling International Conference on Computing Education Research. Pp. 1–5, Nov. 2018.

[MM14] Melo, M.; Miranda, G. L.: Applying the 4C-ID Model to the Design of a Digital Educational Resource for Teaching Electric Circuits. In: Proceedings of the 2014 Workshop on Interaction Design in Educational Environments. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, pp. 8–14, June 2014.

[MR12] McKenney, S. E.; Reeves, T. C.: Conducting Educational Research Design: What, Why and How. Taylor & Francis, Hoboken, 2012, ISBN: 9780203818183.

[Ro21] Rossi, R.: Data Science Education Based on ADDIE Model and the EDISON Framework. In: 2021 International Conference on Big Data Engineering and Education (BDEE). Pp. 40–45, Aug. 2021.

[RV20] Romero, C.; Ventura, S.: Educational data mining and learning analytics: An updated survey. WIREs Data Mining and Knowledge Discovery 10/3, e1355, 2020, eprint: https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/widm.1355, URL: https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/widm.1355.

[Sc23] Schmitt, K. R.; Clark, L.; Kinnaird, K. M.; Wertz, R. E.; Sandstede, B.: Evaluation of EDISON's data science competency framework through a comparative literature analysis. Foundations of Data Science 5/2, pp. 177–198, 2023.

[SJ02] Sims, R.; Jones, D.: Continuous improvement through shared understanding: reconceptualising instructional design for online learning. In: Australian Society for Computers in Tertiary Education. Pp. 623–632, Jan. 2002, URL: https://api.semanticscholar.org/CorpusID:15079739.

[UN13] UNESCO International Bureau of Education: Glossary of Curriculum Terminology - Competence, 2013, URL: https://www.ibe.unesco.org/en/glossary-curriculum-terminology/c/competence, visited on: 08/22/2023.

[vK18] van Merriënboer, J. J. G.; Kirschner, P. A.: Ten steps to complex learning: A systematic approach to four-component instructional design. Routledge, New York, New York and London [England], 2018, ISBN: 1-351-62436-9.

[Wi16] Wilson, L. O.: Anderson and Krathwohl - Bloom's taxonomy revised. Understanding the new version of Bloom's taxonomy/, 2016.

AI-PACK – Ein Rahmen für KI-bezogene Digitalkompetenzen von Lehrkräften auf Basis von DPACK

Uwe Lorenz[1], Ralf Romeike[2]

Abstract: Die durch die digitale Transformation hervorgerufenen gravierenden Veränderungen wurden für Schule und Lehrerbildung bereits an verschiedenen Stellen aufgegriffen. So wurden u.a. Kompetenzrahmen zur Beschreibung der Anforderungen an Lehrkräfte sowie zur praktischen Orientierung geschaffen, u.a. das „TPACK-“ und das darauf aufbauende „DPACK-Modell“. Die reflektierte Interaktion mit den mittlerweile breit verfügbaren Phänomenen der „KI-Welt“ erfordert allerdings andere Kompetenzen als der Umgang mit herkömmlichen Informatiksystemen, weil „KI-Software“ auf einem anderen Gestaltungsansatz beruht, der dieser Software verschiedene spezielle Eigenschaften verleiht. Dies stellt neue Anforderungen an die Professionalisierung von Lehrkräften aller Fächer, weil die Entwicklung deutliche Auswirkungen auf die zentralen Handlungsfelder hat. Ziel dieses Beitrages ist es, einen Rahmen zu definieren, der diese neuen KI-bezogenen Anforderungen umreißt. Die vorliegende Arbeit nähert sich dem Thema theoretisch: Zunächst wird die Notwendigkeit der Abgrenzung eines Bereichs der „KI-bezogenen Digitalitätskompetenz“ im DPACK-Modell begründet. Da Lehrkräfte bei ihrer Tätigkeit pädagogische, fachliche und digitalisierungsbezogene Kompetenzen kombinieren, bestimmen wir deduktiv die Bereiche der „KI-bezogenen pädagogischen Kompetenz“ (AI-PK), der „KI-bezogenen fachinhaltlichen Kompetenz“ (AI-CK) und der „KI-bezogenen pädagogischen Inhaltskompetenz“ (AI-PCK) und illustrieren sie mit beispielhaften Kompetenzzielen. Mit dem „AI-PACK“-Rahmen wird eine strukturierte Darstellung und Beforschung der Anforderungen an KI-Bildung für Lehrkräfte ermöglicht.

Keywords: TPACK; DPACK; AI-PACK; Künstliche Intelligenz; Kompetenzmodell; Lehrkräfteprofessionalisierung

1 Einleitung

Die dynamische Entwicklung der digitalen Transformation hält weiterhin ungebrochen an [St22]. Die durch die digitale Informations- und Kommunikationstechnologie hervorgerufenen Veränderungen beeinflussen in allen Lebensbereichen, wie wir kommunizieren, arbeiten oder Informationen sammeln [Ar21] [Se21]. Eine neue Stufe der Entwicklung wird durch die Technologien der „Künstlichen Intelligenz“ (KI) erreicht. Jedoch erfordert die reflektierte Interaktion mit den nun breit verfügbaren Phänomenen der „KI-Welt“, bspw. die Nutzung und das Training von Klassifikations- und Vorhersagemodellen, die Nutzung von künstlichen Assistenten mit natürlicher Sprachverarbeitung oder generativen Systemen, die vielfältige Medien- und Softwareprodukte manipulieren und erzeugen können, besondere Kompetenzen. Aufgrund der gegebenen technischen Voraussetzungen ist eine rasch

[1] Freie Universität Berlin, Königin-Luise-Str. 24-26, 14195 Berlin, uwe.lorenz@fu-berlin.de
[2] Freie Universität Berlin, Königin-Luise-Str. 24-26, 14195 Berlin, ralf.romeike@fu-berlin.de

zunehmende Verbreitung dieser Technologien zu beobachten. Dies stellt erneut erhebliche Anforderungen an die Professionalisierung von Lehrerinnen und Lehrern aller Fächer. Zum einen sind übergreifende Handlungsfelder betroffen - Medienerziehung, Beratungs- und Beurteilungsaufgaben verändern oder erübrigen sich - zum anderen ergeben sich für das fachliche Unterrichten vielfältige neue Möglichkeiten, aber auch Herausforderungen im Hinblick auf Formen, Inhalte und Methoden.

Mit Blick auf die fächerübergreifende Querschnittsaufgabe, das Konzipieren von ganzheitlichen Bildungs- und Studienangeboten zum Unterrichten in der digital vernetzten „KI-Welt“ zu unterstützen, ergeben sich folgende Fragen: 1. Worin bestehen Besonderheiten bei KI-Systemen gegenüber den herkömmlichen Informatiksystemen, wie sie im Zusammenhang mit der Digitalisierung bislang hauptsächlich diskutiert worden sind? 2. Was umfasst der KI-bezogene Kompetenzbereich für Lehrkräfte? Da Lehrkräfte in ihrer Tätigkeit pädagogische, fachliche und digitalisierungsbezogene Kompetenzen miteinander verbinden, reichen hier allgemeine „KI-Kompetenzen“ nicht aus. Im Anschluss an den Abschnitt 3, in dem u.a. auf die Besonderheiten von KI-Systemen eingegangen wird, werden daher im Abschnitt 4 auf der Basis des DPACK-Modells diese lehrbezogenen KI-Kompetenzbereiche deduktiv charakterisiert und jeweils mit einigen Beispielen illustriert.

2 Forschungsstand

Angesichts der durch die digitale Transformation hervorgerufenen gravierenden Veränderungen für Schule und Lehrerbildung wurden Kompetenzrahmen zur strukturierten Beschreibung und Beforschung von Anforderungen bereits geschaffen (vgl. [FR22]), wie das „TPACK“ [KM09], das darauf aufbauende „DPACK“ [Dö18] oder z.B. auch der Kompetenzrahmen „DigCompEdu“ [Co17]. DigCompEdu baut auf einer älteren Version 2.0 (2016) des EU-Digitalkompetenzrahmens DigComp auf. Dieser steht nicht im Kontext der Lehrerbildung, sondern beschreibt Kompetenzen, die Bürger für das Leben in einer „digitalen Welt“ benötigen. Die neuere Version „DigComp 2.2“ [Co22] enthält bereits ein KI-bezogenes Update. TPACK ist ein weitgehend akzeptiertes Modell. Es wird auch im Gutachten der SWK [St22] zur Digitalisierung im Bildungssystem angewendet. Nach Maßgabe der Dagstuhl-Erklärung [Br16] sollte Bildung in Bezug auf technologie-bezogene Phänomene der digital vernetzen Welt nicht nur anwendungsbezogene sondern auch technologische und gesellschaftlich-kulturelle Perspektiven berücksichtigen und diese gleichberechtigt in den Blick nehmen, dargestellt als drei Seiten des sog. „Dagstuhl-Dreiecks“, was bei DPACK explizit berücksichtigt wird. Eine von Frederking vorgeschlagene Weiterentwicklung von DPACK, das Modell „SEPACK.digital“ [FR22], betont Wissen über allgemeine Bildung, sieht den Technik bzw. Technologiebegriff mit seiner inhärenten Werkzeugmetaphorik hierbei allerdings nicht an einer zentralen Stelle. DPACK passt mit seinem Fokus auf Digitalitätskompetenz und seinem informatikdidaktischen Hintergrund in der ursprünglichen Form besser zu der von uns adressierten fächerübergreifenden Querschnittsaufgabe, die Konzeption ganzheitlicher Bildungs- und Studienangebote zum Unterrichten in der digital

vernetzten KI-Welt zu unterstützen, die neben gesellschaftlich-kulturellen und anwendungsbezogenen Perspektiven auch die technologischen Grundlagen, die jede Lehrkraft verstehen sollte, einbeziehen. Ein Überblick zu Kompetenzmodellen im Kontext der Digitalisierung wird u.a. in [Se21] gegeben.

Der derzeitige Stand der internationalen wissenschaftlichen Literatur, in der „DPACK“ oder „TPACK“ im Zusammenhang mit „KI“ verwendet wird, beschränkt sich auf wenige Arbeiten, die das wesentlich ältere und international weiter verbreitete TPACK verwenden, um Lehr- und Lernangebote über KI zu beschreiben und zu untersuchen: Kim et al. [Ki21] analysieren und vergleichen mit Hilfe von TPACK internationale KI-Curricula, um die Grundlagen des unterrichtens der Thematik KI zu identifizieren. Druga et al. [DOK22] verwenden den TPACK-Rahmen, um bestehende Online-Ressourcen für die KI-Ausbildung zu analysieren und [Su22] zeigen empirisch auf, wie eine Fortbildung für Informatik-Lehrkräfte auf Grundlage des TPACK die Kompetenz verbessert, KI zu unterrichten. Celik [Ce23] leitet ein KI-Kompetenzmodell von TPACK ab, welches auch eine ethische Komponente enthält. Er hat allerdings hauptsächlich eine spezifische Teilgruppe von KI-Systemen im Blick, denn er fokussiert stark auf einen Bereich, der auf die Anwendungskompetenz von KI-basierten Selbstlerntools - d.h. Tools, die individuelles, adaptives Feedback in Echtzeit geben mit Möglichkeiten der Analyse von Lernfortschritten durch die Lehrkraft usw. - abzielt. Das Feld der Anwendungsmöglichkeiten von KI-Software ist allerdings wesentlich größer, wie z.B. in [Sc21] aufgezeigt wird. Auch wird im DPACK-Modell „Digitalitätskompetenz“ deutlich ganzheitlicher aufgefasst (vgl. Abschnitt 3.1). Wissenschaftliche Beiträge, die, wie der vorliegende, darauf abzielen, erforderliche KI-bezogene Kompetenzen für Lehrkräfte ganzheitlich unter Berücksichtigung der Dagstuhlperspektiven zu bestimmen, gibt es offenbar bislang nicht.

Zudem besteht keine Einigkeit im Hinblick auf eine Definition derjenigen informatischen Systeme, die die angesprochenen KI-Phänomene hervorbringen (vgl. Abschnitt 3.2). Für einen Überblick hierzu bietet der „AI Watch“-Report der europäischen Kommission [Sa21] eine aufschlussreiche Quelle. Hier werden im Kontext einer möglichen politischen und juristischen Bewertung 64 KI-Definitionen und Bestimmungen aus Politik, Wirtschaft und Forschung zusammengetragen und ausgewertet. Weitere aktuelle Beiträge, die grundlegende Eigenschaften von KI beschreiben, den Stand der Diskussion hinsichtlich gesellschaftlicher, kultureller oder ethischer Herausforderungen wiedergeben und neue Anwendungsmöglichkeiten im Bildungsbereich darstellen, liefern u.a. [HT22], [Ma22] und [Sc21] (Abschnitt 3.3). Ein Kompetenzrahmen mit informatikdidaktischem Hintergrund für die K-12 Bildung aus dem mögliche und notwendige KI-Kompetenzen gewonnen werden können, wurde mit [MRS22] vorgestellt. [TDT21] diskutiert aus informatikdidaktischer Perspektive einige grundlegende Verschiebungen hinsichtlich eines „AI-Thinking“ bzw. „Computational Thinking 2.0“ im Vergleich zum bisher diskutierten „Computational Thinking“, die insbesondere im Zusammenhang mit den Systemen des „Maschinellen Lernens“ gesehen werden. Zur Begründung unseres Rahmen wird in Abschnitt 3.2 eine Bestimmung, die wir als geeignet ansehen, angegeben und zur Diskussion gestellt.

3 Theoretischer Hintergrund

In diesem Abschnitt wird zunächst kurz die Struktur und der Hintergrund von TPACK und DPACK dargestellt. Anschließend wird die Notwendigkeit begründet, innerhalb des Bereichs „Digitalitätskompetenz“ (DK) den Bereich „AI-K“ der KI-bezogenen Kompetenzen (das „D“ von DK wurde hier durch „AI“ ersetzt) gesondert zu betrachten, indem auf die besonderen Eigenschaften von KI eingegangen und aufgezeigt wird, dass hier Probleme und Anforderungen zu berücksichtigen sind, die bei herkömmlichen Informatiksystemen nicht auftreten.

3.1 Die Modelle TPACK und DPACK

Im TPACK-Kompetenzrahmen werden drei von Shulman [Sh86] eingeführte Bereiche des Lehrer-Professionswissens, „general pedagogical knowledge“ (PK), „subject-matter content knowledge“ (CK) sowie „pedagogical content knowledge“ (PCK) (von [BK06] ins Deutsche übersetzt mit „allgemeines pädagogisches Wissen“, „Fachwissen“ und „fachdidaktisches Wissen“) durch einen Bereich des „Technological Knowledge“ (TK) ergänzt [KM09].

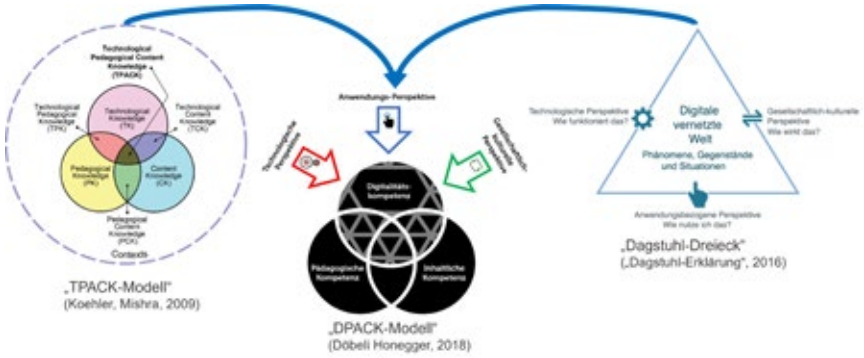


Abb. 1: TPACK und „Dagstuhl-Dreieck“ werden in DPACK kombiniert.

Die Ersetzung des „T“ durch ein „D“ bei „DPACK“ [Dö21] soll unterstreichen, dass im TK-Bereich nicht nur technisches Anwendungswissen, sondern eine „Digitalitätskompetenz“ berücksichtigt wird, welche durch die drei Perspektiven des Dagstuhl-Dreiecks geprägt ist. Mit der Verwendung des Kompetenzbegriffs soll zudem abgebildet werden, dass die Anforderungen an Lehrkräfte nicht nur in der Ebene des „Wissens“ liegen [Dö18]. Digitalitätskompetenz beschreibt somit die notwendige Kompetenz, um Phänomene in einer Kultur der Digitalität erkennen, beschreiben, reflektieren und gestalten zu können. Ginge es allein darum, Digitalitätskompetenz im Zusammenhang mit Phänomenen der „digitalen vernetzten Welt“ zu diskutieren und zu erklären, wäre es ausreichend, das Dagstuhl-Modell wie in [MRS22] anzuwenden. Digitalitätskompetenz von Lehrkräften muss aber zusätzlich im Zusammenspiel mit ihren inhaltlichen (d.h. fachlichen) und pädagogischen Kompetenzen diskutiert werden (vgl. [Dö18] Bereich D).

3.2 KI-Systeme als besondere Informatiksysteme

Der AI-PACK Kompetenzrahmen bezieht sich auf einen Teilbereich informatischer Phänomene. Um diesen Bereich zu definieren, wird eine geeignete Bestimmung derjenigen informatischen Systeme benötigt, die diese Phänomene hervorbringen. Hierbei treten im Zusammenhang mit KI zunächst einige Schwierigkeiten auf: KI-Definitionen beziehen sich gewöhnlich auf spezifische Fähigkeiten, meist im Zusammenhang mit der Simulation (menschlicher) kognitiver Leistungen [Sa21]. Sie sind demzufolge oft nicht eindeutig oder beschreiben ein „sich bewegendes Ziel“, wie in „Tesler's Theorem“ („AI is whatever hasn't been done yet.“) oder erzeugen nicht erwünschte anthropomorphistische Assoziationen [Dö23]. Außerdem können auch herkömmliche Aufgaben, wie mathematische Berechnungen, durch Produkte von KI-Techniken, wie Maschinellem Lernen, bearbeitet werden. Definitionen einer technischen Perspektive („Wie funktioniert es?“, „Wie wurde es hergestellt?“) listen bestimmte Techniken und Ansätze auf, mit denen entsprechende Software entwickelt wurde, wie z.B. die „AI-Act“ Definition der Europäischen Kommission [Sa21]. Hierdurch ergeben sich zwar eindeutigere Bestimmungen, allerdings muss eine solche Liste permanent aktualisiert werden, insbesondere, wenn sie sehr detailliert gestaltet ist und nicht auf grundlegende Prinzipien rekurriert.

Bei informatischen Phänomenen handelt es sich um Ereignisse, die durch automatisierte Informationsverarbeitung verursacht werden [DD11]. Daher stellt sich die Frage: Wodurch ist die automatisierte Informationsverarbeitung bei KI-Systemen speziell gekennzeichnet? Die Darstellung eines informatischen Gestaltungsansatzes bei KI ergibt sich durch die Betrachtung der üblichen Aufteilung des Feldes in 1. „Wissensbasierte KI“, mitunter auch „klassische”, „symbolische” oder „regelbasierte KI” genannt (GOFAI, engl. für „good old-fashioned AI”) und 2. „Maschinelles Lernen“ (ML) [HT22, MRS22]. Bei GOFAI-Systemen wird eine „Wissensbasis“ mit Hilfe geeigneter strukturierter und aufbereiteter Daten aufgebaut, die Inhalte repräsentieren („Fakten”), welche die Grundlage für eine heuristische und regelbasierte Suche nach genau spezifizierten Lösungen bildet. ML-Systeme folgen einem anderen Paradigma, indem zunächst nicht nach Lösungen, sondern im Raum möglicher Funktionen [Ka17] gesucht wird. Die Funktionen werden bei ML durch eine iterative, datengetriebene Optimierung („Trainingsprozess“) gefunden, i.d.R. mit Hilfe von Beispielen und einem komplexen Näherungsverfahren, das eine Zielfunktion enthält [HT22]. Eine damit aufgefundene Funktion wird schließlich im Anwendungskontext zur Berechnung verwertbarer Lösungen eingesetzt. Dass die entstandene Software nachvollziehbaren Regeln folgt, ist dabei keine Voraussetzung. Es erfolgen zur Überprüfung nur statistische Tests. Dieses grundlegende Prinzip lässt sich in den verschiedenen Varianten des ML wiederfinden [Ju22]. ML-Software nennen wir hier Software, die eine solche Optimierung durchführt sowie Software, die Produkt eines solchen Prozesses ist.

Zusammenfassend folgen wir hier also einer Sichtweise, wonach in KI-Systemen ein alternatives Problemlösungsparadigma zur Anwendung kommt, bei dem der Informationsverarbeitungsprozess, der die gewünschten Ausgaben erzeugen soll, nicht beschrieben

werden muss. Historisch zentrale Ansätze sind dabei: erstens die Suche nach Antworten in einer Wissensbasis mittels allgemeiner Inferenzregeln (GOFAI) und zweitens die datengetriebene Anpassung eines Systemverhaltens in Verbindung mit einer bewertenden Zielfunktion (ML). Der Ansatz, die Beschreibung von Problemen jedoch nicht den Lösungsweg in den Vordergrund zu stellen, insbesondere bei GOFAI hat Parallelen zum Paradigma deklarativer Programmierung. Dabei wird jedoch nur in einigen Fällen das Auffinden eines Lösungsweges weitgehend dem Rechner überlassen, wie z.B. bei PROLOG, wo die eingegebene Datenbasis, die auch Inferenzregeln beinhaltet, die Grundlage für eine regelbasierte (Tiefen-)Suche nach korrekten Antworten auf Anfragen bildet. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass KI-Systeme modular aufgebaut sein können und Funktionen kombinieren, die ggf. mit unterschiedlichen Ansätzen erzeugt wurden. Hiermit erreichen wir eine relativ stabile Grundlage für eine zweckmäßige Eingrenzung des Bereichs in unserem Kontext. Darüber hinaus liefert sie klarere Ansatzpunkte für Erklärungen des Phänomenbereichs aus informatischer Sicht.

3.3 Kompetenzanforderungen beim Umgang mit KI-Systemen

Aus **anwendungsbezogener Perspektive (A)** erscheinen moderne KI-Systeme zunächst oft vertraut und einfach und können auch unreflektiert genutzt werden. Das Wort „googeln“ bezeichnet das Anfragen eines bekannten wissensbasierten KI-Systems und ist bereits in den allgemeinen Sprachgebrauch übergegangen. So findet es sich seit 2004 im Duden. Durch ML generierte Software können Computer nun z.B. auch „Hören“, „Sehen“ oder natürliche Sprache verarbeiten und z.B. auch Texte übersetzen. Generative Systeme können anhand weniger Stichworte oder sprachlicher Eingaben in Sekunden z.B. wohlformulierte Aufsätze, künstlerisch anmutende Bilder oder Programmcode für diverse Fragestellungen erzeugen. Auch stellen KI-Systeme mitunter adaptiv oder interessant agierende Interaktionspartner in komplexen spielerischen Umgebungen dar. Chatbots auf Basis von GPT-4 sind u.U. in kurzen Konversationen kaum von einem Mensch zu unterscheiden [Bi23]. Sie bestehen somit in vielen Fällen den „Turing-Test“ [Tu50]. Anwender ohne informatische Bildung, selbst junge Kinder [Te21], können mit ML leicht die Rolle von Entwicklern („Trainern“) einnehmen und eigene Problemlösungen, z.B. Gestensteuerungen oder intelligente Softwareagenten, erstellen. In Kontrast zu dieser oft intuitiven Nutzbarkeit auch für Problemlösungen, erfordert die Interpretation und Nutzung der Ausgaben dieser Softwaresysteme besondere Kompetenzen, will man nicht unerwünschten Wirkungen ausgesetzt sein oder diese mit seinen Produkten hervorrufen. ML-Systeme produzieren auf Grundlage der präsentierten Beispiele „nur“ Näherungslösungen, die teilweise stochastische Methoden der Interpretation („Konfusionsmatrix“) erfordern. Zwar lässt sich bei GOFAI das Verhalten des Systems durch ein Studium der programmierten Logik erklären [HT22], allerdings ist eine intuitive Softwareproduktion wie bei ML in der oben dargestellten Form nicht ohne weiteres möglich. Insbesondere bei ML-Systemen bestehen verdeckte Limitierungen. In [Ma22] werden eine Reihe „harter“ Probleme benannt: „One-Shot-Lernen“, d.h. die Fähigkeit mit nur einem oder wenigen Beispielen einer bestimmten Objektklasse korrekte Klassifizierungsfähigkeiten zu

erlernen, domänenübergreifende Verallgemeinerungsfähigkeit, kausale Schlussfolgerungen, konkrete Bedeutung, Erdung („grounding“) oder die Komplexität von Zeitskalen und des Gedächtnisses sowie Metakognition. Kenntnisse über solche Eigenschaften sind auf Grund des enormen Einflusses dieser Technologie auf unser persönliches Leben von größter Wichtigkeit (vgl. [MRS22]).

In **gesellschaftlich-kultureller Perspektive (G)** müssen Lehrkräfte (auch Schülerinnen und Schüler) befähigt werden, Auswirkungen, Chancen und Herausforderungen der KI zu analysieren. Darüber hinaus müssen sie wissen, wie sie potenzielle Probleme bei der Nutzung von KI angehen können, um einen verantwortungsvollen Umgang damit zu gewährleisten (vgl. [MRS22] Bereich S). Hierfür ist es entscheidend, die Rolle des Menschen klar zu charakterisieren. Es bestehen einige in der technischen Natur dieser Systeme begründete (ethische) Missstände [Ma22]: so erbringt KI u.U. nicht die beabsichtigte Leistung bzw. eine vertretbare Zuverlässigkeit, produziert verzerrte oder toxische Ergebnisse („Bias“), verletzt die Privatsphäre (oder Urheberrechte), erzeugt falsche Informationen über die Welt, weist eine mangelnde Erklärbarkeit auf, enthält Folgen des Mangels an Vielfalt bei den Menschen, die in der Industrie und in der Wissenschaft KI erforschen und entwickeln, z.B. in Bezug auf Geschlecht oder Rasse. Die KI-Definition der UNICEF [UN21], auf die sich u.a. im Update des EU Digitalkompetenzrahmens „DigComp 2.2“ [Co22] bezogen wird, benennt, dass dem Design und dem Verhalten von KI-Systemen auch immer Ziele unterliegen, die von menschlichen Systemdesignern bestimmt worden sind. Ein Fakt, der durch vorgebliche Autonomie, Objektivität oder durch Anthropomorphismus, Eloquenz o.ä. kaschiert sein kann, wodurch Menschen ohne entsprechende Reflexionskompetenzen, insbesondere Kinder, hier leicht fatalen Täuschungen unterliegen können. KI-Systeme bringen in der digital vernetzten Welt eine große Zahl neuer Werkzeuge und Anwendungsmöglichkeiten, u.a. auch den pädagogischen Bereich betreffend, hervor, die ethisch zweifelhaft sein können.

Aus **technischer Perspektive (T)** fügen zwar KI-Systeme den Basisprozessen der digitalen Transformation „Erfassen und Speichern“ (Digitalisierung), „Verarbeiten“ (Automatisierung) sowie „Übermitteln und Verbreiten“ (Vernetzung) von Informationen (vgl. [Dö17]) keine neuen Funktionen hinzu, allerdings findet bei KI-Software der wesentliche Teil des Informationsverarbeitungsprozesses durch einen Prozess statt, der nicht manuell gestaltet wurde, sondern durch „Fakten“ oder Beispiele und Zielvorgaben (vgl. Abschnitt 3.2) hervorgebracht wird. Obwohl die Funktion beider Arten von KI entscheidend auf den verwendeten Eingabedaten beruhen, heben sich in der Praxis ML-Systeme in diesem Zusammenhang deutlich von GOFAI-Systemen ab, wo die allgemeinen Inferenzalgorithmen die spezifizierten Lösungen in einem durch die Fakten und Regeln erzeugten Raum suchen, u.a. weil deren Ergebnisse exakt nachvollzogen werden können. Obwohl sich der Anwendungsbereich von ML-Systemen als erstaunlich umfangreich erwiesen hat, kann dagegen die im Trainingsprozess durch schrittweise Anpassung erzeugte Funktionalität nur statistischen Gütekriterien genügen, was die Produkte von ML-Methoden auch deutlich von denen „manueller“ Softwareentwicklung unterscheidet, bei der Menschen mit Hilfe strukturierter Zerlegung und analytischer Einsicht u.a. das Qualitätskriterium der Korrektheit verfolgen,

das mit verschiedenen Methoden überprüft und möglichst abgesichert wird. Die meisten der dargestellten Besonderheiten von KI-Systemen ergeben sich im Prinzip aus der Art und Weise, wie ihr Informationsverarbeitungsprozess hergestellt wurde. Deshalb hat auch entsprechende informatische Bildung bei der Etablierung der KI-Kompetenzen eine zentrale Bedeutung.

4 AI-PACK - KI-Kompetenzen für Lehrkräfte

In diesem Abschnitt werden wir die einzelnen Kompetenzfelder kurz beschreiben und jeweils einige illustrierende Beispiele aus den drei Dagstuhl-Perspektiven angeben.

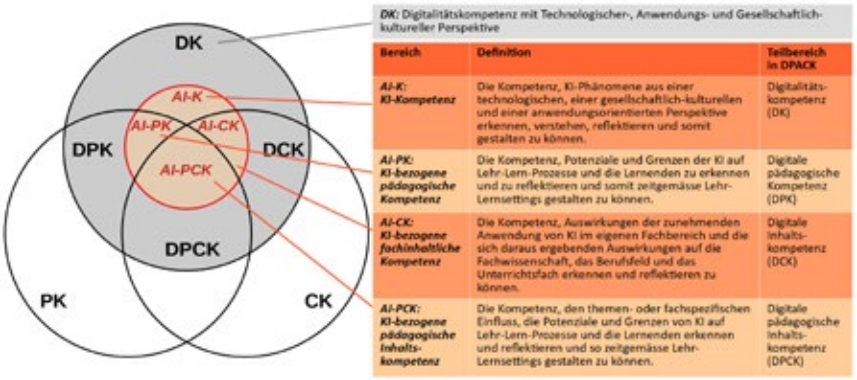


Abb. 2: AI-K mit AI-PK, AI-CK und AI-PCK innerhalb von DPACK. (Das A wurde bereits bei TPACK aus sprachlichen Gründen eingeschoben. Wir behalten dies für den Namen des Modells bei.)

4.1 AI-K: KI-Kompetenz

AI-K bezieht sich auf die Kompetenz, KI-Phänomene aus einer technologischen, einer gesellschaftlich-kulturellen und einer anwendungsorientierten Perspektive erkennen, verstehen, reflektieren und somit gestalten zu können.

Wenn der Fokus nur auf Digitalitätskompetenzen liegt, d.h. pädagogische und fachinhaltliche Kompetenzen sowie ihre Wechselwirkungen keine besondere Rolle spielen, reicht es hier aus, das Dagstuhl-Modell anzuwenden. Eine Anwendung des Dagstuhl-Modells in Bezug auf allgemeine, nicht pädagogische oder inhaltsbezogene KI-Kompetenz im Kontext der informatischen K-12 Bildung liegt bspw. mit [MRS22] vor. Kompetenzen wären demnach, bspw. in der Lage zu sein, Vorschläge und Preise (z.B. in Online-Shops) als Ergebnisse der bewussten und unbewussten Nutzung kritisch zu hinterfragen (A-„Wie nutze ich das?“), die Zuverlässigkeit, z.B. im Zusammenhang mit selbstfahrenden Autos zu diskutieren (G-„Wie wirkt das?“) oder ein geeignetes ML-Verfahren auszuwählen, um z.B. Bilder, die bestimmte Artefakte enthalten, automatisiert zu erkennen (T-„Wie funktioniert das?“). Für

die Ausübung ihres Berufs benötigen die Lehrkräfte jedoch noch einige zusätzliche bzw. spezifischere Kenntnisse, die über das hinausgehen, was die Schülerinnen und Schüler erwerben sollen. Insbesondere außerhalb der Informatik stellt sich in der Regel zuerst die Frage nach spezifischen Anwendungen. Daran geknüpft sind dann die Fragen nach der technischen Funktionsweise und den gesellschaftlichen Auswirkungen.

4.2 AI-PK: KI-bezogene pädagogische Kompetenz

AI-PK bezieht sich auf die Kompetenz, Potenziale und Grenzen der KI auf Lehr-Lern-Prozesse und die Lernenden zu erkennen und zu reflektieren und somit zeitgemässe Lehr-Lernsettings gestalten zu können.

Der Bereich umfasst den allgemeinen, nicht fachspezifischen Teil der KI-Kompetenzen, der notwendig ist, um lernwirksamen Unterricht planen und durchführen zu können. Diese Kompetenzen befinden sich im Teilbereich DPK (vgl. Abb. 2), von Döbeli Honegger auch „Mediendidaktik“ genannt. „Wie kann ich (allgemein) unterrichten ‚mit‘, ‚über‘ und ‚trotz‘ der Phänomene der Künstlichen Intelligenz?“ [Dö18] Hierzu gehören Antworten auf Fragen wie „Wo stehen meine Schülerinnen und Schüler aktuell in Bezug auf digitale Medien?“, „Wie verändert die Digitalisierung derzeit die Gesellschaft allgemein?“, „Wie hat sich die Sozialisation der Schülerinnen und Schüler verändert, welche Möglichkeiten, aber auch welche Probleme und Risiken sind im Hinblick auf den Unterricht zu berücksichtigen?“ Bei AI-PACK wird dies nun auf den Bereich KI mit seinen Besonderheiten angewendet. Worin bestehen Auswirkungen von Anwendungen der „KI-Welt“ aus dem Umfeld der Schülerinnen und Schüler wie „TikTok“, „Photomath“, „DeepL“, „Teachable Machine“, „ChatGPT“ oder „Midjourney“ usw. usf. auf den Unterricht allgemein? Für Lehrkräfte werden ebenfalls eine Reihe von KI-Anwendungen diskutiert, die allgemein bei der Planung, Durchführung und Reflexion des Unterrichts helfen sollen. Beim Thema Learning Analytics geht es um „das Messen, Sammeln, Analysieren und Auswerten von Daten über Lernende und ihren Kontext mit dem Ziel, das Lernen und die Lernumgebung zu verstehen und zu optimieren“ (George Siemens), in diesem Zusammenhang werden zum Teil auch große Erwartungen in entsprechende KI-Anwendungen gesetzt.

A-„Wie nutze ich das?“: In diesem Bereich geht es um die Nutzungskompetenz von Anwendungen, die z.B. die Planung von lernwirksamem Unterricht mit einem generativen System, wie ChatGPT erlauben oder die Berücksichtigung von Unterrichtsformen, die adaptive Selbstlernsysteme beinhalten, welche z.B. individualisierte und differenzierte Einzel- oder Gruppenarbeit ermöglichen oder die Lernstände und Lernfortschritte analysieren sowie die Anwendung von Reflexionsapps, die dabei unterstützen, Erfahrungen zu reflektieren und aufzubereiten.

T-„Wie funktioniert das?“: Daran anknüpfend sollten Lehrerinnen und Lehrer z.B. in der Lage sein grob darstellen zu können, wie ChatGPT erzeugt wurde und seine Lösungen produziert oder wie Apps mit adaptiven Belohnungsmechanismen funktionieren und (auf)

die Aufmerksamkeit und Motivation von Lernenden ansprechen oder wie Texte klassifiziert oder Lernprofile von Schülerinnen und Schülern bewertet werden.

G-„Wie wirkt das?“: Die Ausgaben, Ergebnisse, Warnungen oder Benachrichtigungen von KI-Tools und -Lernumgebungen kritisch zu interpretieren und zu beurteilen. Welche Potentiale, Grenzen und Risiken für die Lerngruppe haben solche Lehr-Lern-Prozesse mit adaptiven Selbstlernsystemen, die personalisierte KI-Tutoren oder adaptive Belohnungsmechanismen beinhalten? Wie wirken die KI-Rückmeldungen auf die Lerngruppe? Welche Risiken jenseits der beabsichtigten Ziele gibt es, z.B. mit Blick auf Persönlichkeitsrechte, wie Datenschutz und Urheberrecht, oder Unfairness?

4.3 AI-CK: KI-bezogene fachinhaltliche Kompetenz

AI-CK bezieht sich auf die Kompetenz, Auswirkungen der zunehmenden Anwendung von KI im eigenen Fachbereich und die sich daraus ergebenden Auswirkungen auf die Fachwissenschaft, das Berufsfeld und das Unterrichtsfach erkennen und reflektieren zu können.

Der Bereich umfasst den Teil der Digitalkompetenz (vgl. Abb. 2), der nötig ist, um ein Fach oder ein Thema souverän unterrichten zu können: „Auf welche Weise und mit welchen Verfahren kommt KI in der Bezugsdisziplin zum Einsatz?“ bzw. „Wie werden ihre Methoden beeinflusst?“, „Wie verändern sich wegen KI-Systemen die entsprechenden Berufsfelder?“, „Wie wird demzufolge mein Unterrichtsfach verändert?“, „Entfallen Inhalte oder kommen neue hinzu?“ vgl. [Dö18]. Anknüpfungspunkt sind entsprechende fachlichen Anwendungen, z.B. der Einsatz von KI in Rezeptions- oder Schreibprozessen (Deutsch), bei Übersetzungen (Fremdsprachen), zur Klassifikation und Erläuterung von Artefakten (Geschichte) oder bei der Identifikation von Pflanzen und Tieren anhand von Fotos (Biologie). Entsprechende Kompetenzen im Zusammenhang mit den genannten Anwendungen aus dem Bereich wären,

... A-„Wie nutze ich das?“: die entsprechenden fachlichen KI-Werkzeuge zu kennen bzw. auch anwenden zu können.

... T-„Wie funktioniert das?“: beschreiben zu können, wie fachliche Lösungen technisch entstehen, z.B. die Klassifikation eines Pflanzenbildes und worin die Unterschiede gegenüber hergebrachten „manuellen“ Methoden bestehen.

... G-„Wie wirkt das?“: KI-Lösungen fachlich bewerten und darstellen zu können, wie solche KI-Anwendungen die Aufgaben- und Berufsfelder von Experten im Fach verändern. Welche Veränderungen ergeben sich z.B. in Geschichte, wenn Anwendungen verfügbar sind, die z.B. Artefakte wie Bilder oder Schriften klassifizieren und erklären? Wie zuverlässig sind die entsprechenden Ausgaben und inwiefern könnte das System voreingenommen sein?

4.4 AI-PCK: KI-bezogene pädagogische Inhaltskompetenz

AI-PCK bezieht sich auf die Kompetenz, den themen- bzw. fachspezifischen Einfluss, die Potenziale und Grenzen von KI auf Lehr-Lern-Prozesse und die Lernenden erkennen und reflektieren und so zeitgemässe Lehr-Lernsettings gestalten zu können.

Im DPACK-Modell bezieht sich der zentrale Bereich „Digitale pädagogische Inhaltskompetenz“ (DPCK) darauf, die nützlichsten Formen der Darstellung der relevanten fachlichen bzw. thematischen Inhalte zu kennen, also z.B. die, von zeitloser und allgemeiner Bedeutung, bei denen auch Aspekte hinsichtlich Lehrbarkeit, Instruktivität und Relevanz (aussagekräftigste Analogien, Illustrationen, Beispiele, Erklär- und Demonstrationsmöglichkeiten) verkörpert sind [Sh86] - verstanden unter den Bedingungen der Digitalisierung. Daraus folgt, das Lehrerinnen und Lehrer in der Lage sein „digitalkompetent“ zu entscheiden, was, wie und womit, also ggf. ohne digitale Medien oder KI-Werkzeuge behandelt werden sollte.

Zum anderen bezieht sich der Bereich aber auch auf das Wissen über die Anwendungsmöglichkeiten der Technologie und pädagogischer Techniken im Hinblick auf angestrebte Kompetenzziele sowie das Wissen darüber, wie die Technologie dabei helfen kann, einige Probleme zu lösen, mit denen Schülerinnen und Schüler konfrontiert sind vgl.[KM09]. Dazu kommen im Hinblick auf die Dagstuhlperspektiven neben diesem Anwendungswissen noch die Fähigkeiten, die digitalen Mittel, bei AI-PCK die „KI-Software“ technisch und gesellschaftlich-kulturell zu reflektieren, geeignet zu thematisieren und zu gestalten [Dö18]. Das heißt z.B. in der Lage zu sein,

... A-„Wie nutze ich das?“: fachliche Unterrichtsmaterialien oder Medien unter Einbeziehung von KI zu erzeugen (z.B. Aufgabenvariationen, Texte, Bilder, Videos oder Simulationen die Avatare beinhalten usw. usf.) oder geeignete KI-basierte Werkzeuge dazu zu nutzen, Inhalte des Fachs besser zu vermitteln, z.B. unterschiedliche Text- oder Übersetzungsvarianten zu erzeugen und im Unterricht instruktiv diskutieren (Fremdsprachenunterricht) oder lehrreiche Simulationen oder Lernspiele mit Hilfe von KI-Werkzeugen zu erstellen (z.B. in MINT-Fächern).

... T-„Wie funktioniert das?“: zu beschreiben, wie die genannten Anwendungen funktionieren, d.h. darlegen zu können wie diese Systeme trainiert wurden und auf Grundlage welcher technischer Prinzipien die Ausgaben erzeugt werden.

... G-„Wie wirkt das?“: den didaktischen Wert von z.B. Selbstevaluationen mit Hilfe von KI-Werkzeugen, wie z.B. Chatbots, Übersetzern, Tools, die Artefakte erläutern oder „intelligenter“ Mathematikwerkzeuge einzuschätzen und geeignet mit den Schülerinnen und Schülern aufzuarbeiten oder fachliche Inhalte, so sie nicht entfallen sollen, zu motivieren, auch wenn vielleicht Tools existieren, die diese Aufgaben übernehmen könnten, wie z.B. Übersetzer.

5 Zusammenfassung, Diskussion und Ausblick

In unserem Beitrag haben wir einen Rahmen dargestellt, der die strukturierte Beschreibung und Beforschung der Anforderungen an KI-Bildung für zeitgemäßen fachlichen Unterricht ermöglicht. Mit AI-PACK umreißen wir die KI-bezogenen Bereiche des Lehrkräfte-Professionswissens AI-PK, AI-CK und AI-PCK auf der Grundlage des DPACK-Modells.

Wie u.a. die aktuellen Arbeiten des AK-Lehrerbildung der GI [Ar21] zeigen, ist informatische Bildung für das Verstehen, Reflektieren und Mitgestalten der digital vernetzten Welt unverzichtbar. Die SWK empfiehlt aus diesem Grund in ihrem Gutachten [St22] die Implementierung informatischer Grundlagen in die Lehrerbildung neben digitalisierungsbezogenen und mediendidaktischen Inhalten. Unsere Darstellung grenzt den Bereich der KI-Systeme über ihre technische Beschaffenheit (Gestaltungsansatz) ein, die spezifische Kompetenzen erfordert. Sie basiert daher auf einer informatischen Sichtweise. Eine medienpädagogische Perspektive kann weitere Fragen aufwerfen, bspw. die Problematik, dass der Umgang mit Systemen, die menschliche Eigenschaften und Fähigkeiten vortäuschen, besondere Kompetenzen erfordert, unabhängig davon, ob die in Abschnitt 3.2 beschriebene KI-Technologie zum Einsatz kam, oder dass vorgebliche „Intelligenz“, wie beim berühmten „Schachtürken“, nicht von einem Informatiksystem, sondern von verdeckt arbeitenden Menschen erzeugt wird (vgl. [HT22]). Die UNICEF KI-Definition [UN21], schließt daher bspw. auch Systeme mit ein, die zwar „intelligent“ erscheinen, aber aus der hier beschriebenen technischen (informatischen) Perspektive keine KI-Systeme darstellen. Informatische Bildung kann entlastend wirken, wenn Lehrerinnen und Lehrer verstehen, wie die Ausgaben von KI-Systeme erzeugt werden und wie informatische Probleme mit KI-Methoden gelöst werden. Viele Eigenschaften der Anwendungen des beschriebenen Bereichs lassen sich so systematisch ableiten und ein reflektierterer Umgang bspw. mit den Ausgaben solcher Systeme ermöglichen. Fachdidaktisch könnte auch das Nachvollziehen, wie KI fachbezogene Daten verarbeitet und damit ihre innere Modellierung aufbaut bzw. anwendet, neue Einblicke in das Verständnis des Fachs geben, bspw. in Gegenüberstellung mit entsprechenden manuellen Vorgehensweisen.

Weiterer Forschungsbedarf ergibt sich im Hinblick auf die Konkretisierung, Evaluation und didaktische Ausgestaltung der Felder. Es zeigen sich im dargestellten Modell zum einen stark fachbezogen aufgefächerte Bereiche, deren Beurteilung und Konkretisierung fachinhaltliche und fachdidaktische Expertisen erfordern (AI-CK und AI-PCK), aber auch fachübergreifende Schnittmengen, die sich als Gegenstand interdisziplärer Bildungsangebote besonders gut eignen, wie z.B. allgemeinen Methoden der Unterrichtsvorbereitung und -durchführung (AI-PK), sowie den offenkundigen Schnittmengen in den T-Bereichen („Wie funktioniert das?“) und den damit zusammenhängenden Grundlagen in der informatischen Bildung. Wir sehen daher für die Informatikdidaktik neben der spezifischen Klärung von AI-PCK für den Informatikunterricht zusätzlich die Aufgabe, den fächerübergreifenden Ergänzungsbedarf an informatischer KI-Bildung in geeigneter Weise zu adressieren.

Literaturverzeichnis

[Ar21] Arbeitskreis Lehrkräftebildung der GI: , Position zur Bildung aller Lehrkräfte in Bezug auf Informatik des. https://ak-lk-bildung.gi.de/position, 2021. Zugegriffen: 12.2.2023.

[Bi23] Biever, C.: ChatGPT broke the Turing test — the race is on for new ways to assess AI. Nature, 619(7971):686–689, Juli 2023.

[BK06] Baumert, J.; Kunter, M.: Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 9(4):469–520, 2006.

[Br16] Brinda, T.; Diethelm, I.; Gemulla, R.; Romeike, R.; Schöning, J.; Schulte, C.: Dagstuhl-Erklärung: Bildung in der digital vernetzten Welt. 2016. http://www.dagstuhl-dreieck.de.

[Ce23] Celik, I.: Towards Intelligent-TPACK: An empirical study on teachers' professional knowledge to ethically integrate artificial intelligence (AI)-based tools into education. Computers in Human Behavior, 138:107468, 2023.

[Co17] Commission, European; Centre, Joint Research; Redecker, C.; Punie, Y.: European framework for the digital competence of educators : DigCompEdu. Publications Office, 2017.

[Co22] Commission, European; Centre, Joint Research; Vuorikari, R.; Kluzer, S.; Punie, Y.: DigComp 2.2, The Digital Competence framework for citizens : with new examples of knowledge, skills and attitudes. Publications Office of the European Union, 2022.

[DD11] Diethelm, I.; Dörge, C.: Zur Diskussion von Kontexten und Phänomenen in der Informatikdidaktik. S. 67–76, 2011.

[Dö17] Döbeli Honegger, B.: Mehr als 0 und 1: Schule in einer digitalisierten Welt. hep, der Bildungsverlag, Bern, 2., durchgesehene auflage. Auflage, 2017.

[Dö18] Döbeli Honegger, B.: Das DPACK-Modell. https://mia.phsz.ch/DPACK/WebHome, Zugegriffen: 13.1.2023.

[Dö21] Döbeli Honegger, B.: Covid-19 und die digitale Transformation in der Schweizer Lehrerinnen- und Lehrerbildung. Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung, 39:411–422, 2021.

[Dö23] Döbeli Honegger, B.: Warum wir den Begriff „Künstliche Intelligenz“ vermeiden. https://mia.phsz.ch/LLM/WarumWirDenBegriffKIVermeiden, Zugegriffen: 1.8.2023.

[DOK22] Druga, S.; Otero, N.; Ko, Amy J.: The Landscape of Teaching Resources for AI Education. In: Proceedings of the 27th ACM Conference on on Innovation and Technology in Computer Science Education Vol. 1. ACM, Dublin Ireland, S. 96–102, 2022.

[FR22] Frederking, V.; Romeike, R., Hrsg. Fachliche Bildung in der digitalen Welt: Digitalisierung, Big Data und KI im Forschungsfokus von 15 Fachdidaktiken. Allgemeine Fachdidaktik Band 3. Waxmann, Münster New York, 2022.

[HT22] Holmes, W.; Tuomi, I.: State of the art and practice in AI in education. European Journal of Education, 57(4):542–570, 2022.

[Ju22] Jung, A.: Machine Learning: The Basics. Machine Learning: Foundations, Methodologies, and Applications. Springer Nature Singapore, Singapore, 2022.

[Ka17] Karpathy, A.: , Software 2.0. https://karpathy.medium.com/software-2-0-a64152b37c35, 2017. zugegriffen 28.5.2023.

[Ki21] Kim, S.; Jang, Y.; Choi, S.; Kim, W.; Jung, H.; Kim, S.; Kim, H.: Analyzing Teacher Competency with TPACK for K-12 AI Education. KI - Künstliche Intelligenz, 35(2):139–151, 2021.

[KM09] Koehler, M.; Mishra, P.: What Is Technological Pedagogical Content Knowledge? Contemporary Issues in Technology and Teacher Education, 9, 2009.

[Ma22] Manyika, J.: Getting AI Right. Daedalus, 151(2), 2022.

[MRS22] Michaeli, T.; Romeike, R.; Seegerer, S.: What students can learn about artificial intelligence - recommendations for K12 computing education. In: Proceedings of World Conference on Computers in Education, WCCE 2022. 2022.

[Sa21] Samoili, S.; Lopez, C. M.; Delipetrev, B.; Martinez-Plumed, F.; Gomez Gutierrez, E.; De Prato, G.: AI Watch. Defining Artificial Intelligence 2.0. 2021.

[Sc21] Schmid, Ulrich; Blanc, Berit; Toepel, Michael; Pinkwart, Niels; Drachsler, Hendrik: KI@Bildung: Lehren und Lernen in der Schule mit Werkzeugen Künstlicher Intelligenz. Schlussbericht im Auftrag der Deutsche Telekom Stiftung. 2021.

[Se21] Seegerer, S.: Informatik für alle – Beitrag und exemplarische Ausgestaltung informatischer Bildung als Grundlage für Bildung in der digitalen Transformation. Dissertation, Freie Universität Berlin, 2021.

[Sh86] Shulman, L. S.: Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. Educational Researcher, 15(2):4–14, 1986.

[St22] Ständige Wissenschaftliche Kommission der Kultusministerkonferenz: Digitalisierung im Bildungssystem: Handlungsempfehlungen von der Kita bis zur Hochschule. Gutachten der Ständigen Wissenschaftlichen Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK). 2022.

[Su22] Sun, J.; Ma, H.; Zeng, Y.; Han, D.; Jin, Y.: Promoting the AI teaching competency of K-12 computer science teachers: A TPACK-based professional development approach. Education and Information Technologies, 2022.

[TDT21] Tedre, M.; Denning, P.; Toivonen, T.: CT 2.0. In: 21st Koli Calling International Conference on Computing Education Research. ACM, Joensuu Finland, S. 1–8, 2021.

[Te21] Tedre, M.; Toivonen, T.; Kahila, J.; Vartiainen, H.; Valtonen, T.; Jormanainen, I.; Pears, A.: Teaching Machine Learning in K–12 Classroom: Pedagogical and Technological Trajectories for Artificial Intelligence Education. IEEE Access, 9:110558–110572, 2021.

[Tu50] Turing, A. M.: I.—COMPUTING MACHINERY AND INTELLIGENCE. Mind, 59, 1950.

[UN21] UNICEF: , Policy guidance on AI for children. https://www.unicef.org/globalinsight/media/2356/file/UNICEF-Global-Insight-policy-guidance-AI-children-2.0-2021.pdf, 2021. accessed 13 Jan 2023.

10. Fachtagung Hochschuldidaktik Informatik (HDI) 2023

13. – 14. September 2023 in Aachen

Vollständiger Abdruck der Konferenzbeiträge

Impressum

1. Auflage 2023, 70 Exemplare
Die Einzelbeträge stehen unter CC-Lizenz.

Herstellung:
FernUniversität in Hagen, Dez. 5.2.2 – Druckerei

Herausgeber:
- Jörg Desel
  LG Softwaretechnik und Theorie der Programmierung
  Fakultät für Mathematik und Informatik
  FernUniversität in Hagen
- Simone Opel
  Fakultät für Mathematik und Informatik
  FernUniversität in Hagen

ISBN:
978-3-00-076206-2

10. Fachtagung Hochschuldidaktik Informatik (HDI) 2023

Die Fachtagung HDI befasst sich mit verschiedenen Fragestellungen, die aus der Informatik selbst, aber auch aus der Frage, wie man Informatik erfolgsversprechend lehren kann, kommen. Hierzu gehört auch, wie die curriculare Entwicklung von Informatikstudiengängen aussehen kann, um zukünftigen Weiterentwicklungen des Studienfachs gerecht werden zu können.
Weitere Themen, die im Rahmen der Fachtagung HDI im Zusammenhang mit der Curriculumsentwicklung diskutiert werden, stellen Internationalisierung und Mobilität sowie die Kompetenzorientierung in Lehr- und Prüfungsformen dar.

Tagungsband

Herausgeber:

Jörg Desel
LG Softwaretechnik und Theorie der Programmierung
Fakultät für Mathematik und Informatik
FernUniversität in Hagen

Simone Opel
Fakultät für Mathematik und Informatik
FernUniversität in Hagen

FernUniversität in Hagen

Universitätsstraße 47
58097 Hagen

www.fernuni-hagen.de

Titelfoto:
skynesher/E+/GettyImages

ISBN 978-3-00-076206-2

FernUniversität in Hagen