

Commentarii
informaticae didacticae | 13

Jörg Desel | Simone Opel | Juliane Siegeris (Hrsg.)

Hochschuldidaktik der Informatik HDI 2021

9. Fachtagung des GI-Fachbereichs Informatik und
Ausbildung/Didaktik der Informatik

15. – 16. September 2021 in Dortmund

Commentarii informaticae didacticae (CID)

Commentarii informaticae didacticae (CID) | 13

Jörg Desel | Simone Opel | Juliane Siegeris

Hochschuldidaktik Informatik HDI 2021

9. Fachtagung des GI-Fachbereichs Informatik
und Ausbildung/Didaktik der Informatik
15.–16. September 2021 in Dortmund

Universitätsverlag Potsdam

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de/> abrufbar.

Universitätsverlag Potsdam 2023

<http://verlag.ub-uni-potsdam.de/>

Am Neuen Palais 10, 14469 Potsdam

Tel.: +49 (0)331 977 2533 / Fax: 2292

E-Mail: verlag@uni-potsdam.de

Die Schriftenreihe Commentarii informaticae didacticae (CID)
wird herausgegeben von:

Johannes Magenheimer, Universität Paderborn

Sigrid Schubert, Universität Siegen

Andreas Schwill, Universität Potsdam

ISSN (print) 1868-0844

ISSN (online) 2191-1940

Soweit nicht anders gekennzeichnet, ist dieses Werk unter einem Creative-Commons-Lizenzvertrag Namensnennung 4.0 lizenziert. Dies gilt nicht für Zitate und Werke, die aufgrund einer anderen Erlaubnis genutzt werden.

Um die Bedingungen der Lizenz einzusehen, folgen Sie bitte dem Hyperlink:

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode.de>

Druck: docupoint GmbH Magdeburg

Satz: Martin Sievers – Einfach schöner publizieren, Trier

ISBN 978-3-86956-548-4

Zugleich online veröffentlicht auf dem Publikationsserver der
Universität Potsdam:

<https://doi.org/10-25932/publishup-56507>

<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:kobv:517-opus4-565070>

Vorwort

Die *Fachtagung für Hochschuldidaktik der Informatik* wird koordiniert vom Fachbereich *Informatik und Ausbildung/Didaktik der Informatik* (IAD) der *Gesellschaft für Informatik e. V.* (GI). Sie fand von 2006 bis 2018 im Zweijahresabstand statt. Der Startpunkt war allerdings deutlich früher, nämlich bereits 1998. Erst seit der vierten Ausgabe im Jahre 2010 wird der aktuelle Titel *Hochschuldidaktik der Informatik* mit Kürzel HDI verwendet. Im Jahr 2020 hätte die HDI zum neunten Mal stattfinden sollen, sie wurde aber ein Opfer der Coronapandemie. Auch ein Jahr später beschäftigte uns das Virus noch, aber es war endlich wieder möglich, wissenschaftliche Fachgespräche in Präsenz durchzuführen. Gerade von Informatikern (jeglichen Geschlechts) wird man erwarten, dass sie technisch auch Onlinekonferenzen beherrschen, und tatsächlich lief die parallel stattfindende Tagung DELFI der GI-Fachgruppe *Bildungstechnologien* rein virtuell. Die HDI hat aber eine andere Tradition. Sie ist geprägt durch den Austausch und die Diskussion und dies gelingt auch unter Informatikern in einem Raum besser als über elektronische Netze.

Die HDI 2021 hatte einen hervorgehobenen Themenbereich: *Diversität*. Die Diversitätsaspekte der Informatikstudierenden sind selbst höchst divers und haben sehr viele Ausprägungen. Es gibt Unterschiede in Geschlecht, Bildungshintergrund, Herkunft, Alter, körperlichen Beeinträchtigungen, Motivation und persönliche Zielen, Lernstrategien usw. Viele auf der HDI 2021 vorgestellten und diskutierten Arbeiten widmeten sich Fragen der Diversität und alle drei eingeladenen Fachexpertinnen und -experten berichteten über ihre Sicht auf Diversität in der Informatiklehre.

Der Wissenschaftsrat hat im Oktober 2020 die Empfehlungen *Perspektiven der Informatik in Deutschland* herausgegeben. In diesem lesenswerten Papier stellt er heraus, dass Hochschullehre der Informatik nicht nur die klassischen Studiengänge Informatik betrifft, sondern viele verschiedene informatiknahe Studiengänge. Darunter ist Data Science der aktuell erfolgreichste Newcomer. Die Klientel der Studiengänge unterscheidet sich, die anbietenden Hochschultypen ebenso. Den Wissenschaftsrat besorgt besonders die hohe Abbruchquote. Wörtlich schreibt er: „Gemäß den wenigen vorliegenden Studien gelten als wichtigste Gründe für die hohen Abbruchquoten allerdings ungenügende Studienvorbereitung und mangelhaftes Bewältigen der Studieneinstiegsphase, auch

verbunden mit falschen Erwartungen. Dementsprechend wird das Studium offenbar meist bereits in den ersten Semestern abgebrochen.“ Dieser Negativbefund gibt uns Lehrenden zu denken; wer sind die Menschen, die ein Studium in unserem Bereich beginnen, was können sie, was erwarten sie, wie könnten sie am besten motiviert werden und Kompetenzen erwerben? Und insbesondere stellt sich die Frage, wie die Verschiedenheit dieser Menschen in der Studienorganisation und in der Hochschuldidaktik berücksichtigt werden kann.

Zu diesen und zu anderen aktuellen Themen der Informatikhochschuldidaktik wurden für die Tagung 21 Beiträge aus 35 Einreichungen durch den Programmausschuss ausgewählt, wobei jedes eingereichte Papier wenigstens von drei Gutachtern bewertet wurde. Inhaltlich umfassen die akzeptierten Arbeiten von für die Fachcommunity interessanten Praxisberichten bis hin zu wissenschaftlichen Studien. Wie bei der HDI üblich gab es zur Tagung Pre-Proceedings aller akzeptierten Vorträge. Der vorliegende Band enthält hieraus ausgewählte und überarbeitete Beiträge.

Wir danken den Autoren und Autorinnen sowie den Teilnehmenden der HDI 2021 für die Diskussionsbeiträge und dem Universitätsverlag Potsdam für die Erstellung dieses Bandes.

Hagen und Berlin, im Dezember 2022

Jörg Desel, Simone Opel und Juliane Siegeris

Inhaltsverzeichnis

Keynotes

| | |
|---|----|
| Working with Diversity in Informatics | 13 |
| <i>Claude Draude</i> | |
| Informatik und Barrierefreiheit | 35 |
| <i>Gerhard Weber</i> | |

Heterogenität

| | |
|--|----|
| „Es ist kompliziert, alles inklusive Privatleben unter einen Hut zu bekommen“ | 53 |
| <i>Timon Schell, Andreas Schwill</i> | |
| Vorqualifikationen und Anerkennungsoptionen im Informatikstudium . | 73 |
| <i>Carsten Thorbrügge, Jörg Desel, Len Ole Schäfer</i> | |
| Adaption von Lernwegen in adaptierten Lehrmaterialien für Studierende mit Berufsausbildungsabschluss | 91 |
| <i>Simone Opel, Cajus Marian Netzer, Jörg Desel</i> | |

Diversität

| | |
|--|-----|
| Nutzung der Personas-Methode zum Umgang mit der Heterogenität von Informatikstudierenden | 117 |
| <i>Dietrich Gerstenberger, Felix Winkelkemper, Carsten Schulte</i> | |

Erkenntnisse aus der Analyse von Studienverlaufsdaten als Grundlage für die Gestaltung von Beratungsangeboten 137
Axel Böttcher, Veronika Thurner, Tanja Häfner, Sarah Ottinger

Attracting a new clientele for computer science with a women-only IT degree course 157
Juliane Siegeris

Vermittlung von Inhalten

The Place of Ethics in Computer Science Education 173
Gregor Große-Bölting, Lukas Scheppach, Andreas Mühlning

Aufbau informatischer Kompetenzen im Kontext KI bei Lehramtsstudierenden des Faches Politik 189
David Baberowski, Thiemo Leonhardt, Susanne Rentsch, Nadine Bergner

Didaktische Konzepte

Forschendes Lernen im Bachelorseminar „Software Engineering“ 213
Leif Bonorden

Evolutionäre Entwicklung eines Inverted Classroom Formats unter Berücksichtigung des Student Engagement 231
Jonas Stemme, Uwe Hoppe

Feedback und Assessment

Peer-Review als Katalysator im Lernprozess 257
Karsten Weicker

| | |
|---|-----|
| Fähigkeiten und Kenntnisse bei Studienanfänger*innen in der Informatik: Was erwarten die Dozent*innen? | 279 |
| <i>Esther Bender, Helena Barbas, Fabian Hamann, Marcus Soll, Daniel Sitzmann</i> | |

Keynotes

Working with Diversity in Informatics

Claude Draude¹

Abstract: Diversity is a term that is broadly used and challenging for informatics research, development and education. Diversity concerns may relate to unequal participation, knowledge and methodology, curricula, institutional planning etc. For a lot of these areas, measures, guidelines and best practices on diversity awareness exist. A systemic, sustainable impact of diversity measures on informatics is still largely missing. In this paper I explore what working with diversity and gender concepts in informatics entails, what the main challenges are and provide thoughts for improvement. The paper includes definitions of diversity and intersectionality, reflections on the disciplinary basis of informatics and practical implications of integrating diversity in informatics research and development. In the final part, two concepts from the social sciences and the humanities, the notion of “third space”/hybridity and the notion of “feminist ethics of care”, serve as a lens to foster more sustainable ways of working with diversity in informatics.

Keywords: Gender; Diversity; Intersectionality; Sociotechnical Design; Informatics

1 Introduction

Diversity poses a challenge for informatics research, development and education on various levels. Most commonly, lack of diversity in terms of participation in the technical field is named as one major and persisting problem. In Western countries in particular, gender imbalances and lack of representation of BIPOC

¹ University of Kassel, Faculty of Electrical Engineering/Computer Science, Wilhelmshöher Allee 71–73, 34212 Kassel, Germany, claude.draude@uni-kassel.de  <https://orcid.org/0000-0001-8467-195X>

are problematic [Mc18]². These disparities in participation are increasingly viewed not only as a problem of gender equity policy making. In addition, these inequalities stand in the way of socially accepted technology and product developments that are usable for all. Therefore, not considering inequalities is also economically harmful [Pe16]. A lack of sensitivity towards social categories (gender, race, class etc.) in their interplay with IT system design can lead to the perpetuation of stereotypes, incomplete requirements and bias in data sets and AI systems. Biases take on a life of their own once they are inscribed into digital technologies. They only become visible when a product or service cannot be used by all people – or when the effects of such discriminatory systems are revealed [Eu18; Wa17]. IT systems that do not account for diversity regarding user groups, people affected and contexts may not function properly or may even have discriminatory effects and hence need to be adjusted or redeveloped. This is neither economically nor socially or ecologically sustainable.

The term diversity is broadly used in informatics. Depending on the context, diversity may relate to: questions of access to and participation in academia and the job market; knowledge, theories and methods developed, taught and used; curricula building, teaching style and content; institutional planning and structuring. For all of these areas, measures, guidelines and best practices on how to promote and integrate diversity exist³. Despite this rich body of expertise, a lasting impact and fundamental consideration of the role of diversity in informatics leaves something to be desired.

This gap between the existing expertise on diversity and its practical implementation I take up as a starting point. This paper wants to explore what working with diversity in informatics entails and also provide some ideas on how this “working with” could be made more sustainable. The paper starts with explaining diversity and introduces the concept of intersectionality. This part serves as a background for identifying connecting points for a systemic approach for working with diversity in informatics. The focus provided here is twofold. First, the epistemic grounds for working with diversity in informatics are considered. Gender and diversity are social aspects. Hence, whether social

2 BIPOC stands for Black, Indigenous, People of Color. These self-designated terms have their origins primarily in US-American and Canadian activism. For debates on gender inequality, see also the Third Gender Equality Report of the German Federal Government on digitalization: <https://www.dritter-gleichstellungsbericht.de/en>

3 This is just a very small selection of initiatives from the US-American and German context: <https://genderedinnovations.stanford.edu>, <https://www.gender-wissen-informatik.de/>, <https://www.fix-it.tu-berlin.de/fix-it-fixing-it-for-women/>

aspects can be located at the core of informatics or not, is crucial for working with gender and diversity in the field. Second, the practical implications of working with diversity are taken up. This section is limited to sociotechnical design approaches and presents a process model that integrates gender and diversity knowledge into informatics research and development. The final part of the paper comes back to the question why, despite a rich body of knowledge, centering diversity in informatics continues to be challenging. For one, the structural integration, a mainstreaming of gender and diversity expertise, is important. This structural integration, however, also needs to come alive and translate into respective workplace and disciplinary cultures. Put differently, there need to be people who care for diversity, and there must be support for those who do the actual work. These key points, structural integration and diversity aware disciplinary culture, could benefit from two concepts I want to introduce briefly in the following.

Gender and diversity expertise in informatics means working with approaches from the social sciences and the humanities. A successful structural integration requires space and resources that allow to navigate between social and technological disciplines. The concept of the “third space” and its notion of hybridity by Homi. K. Bhaba could be useful here [Bh94]. Bhaba’s work deals with the relation between different cultures in the context of colonization. His theoretical work has since been highly influential to understand encounters between heterogeneous cultural contexts. In informatics, the “third space” is taken up in human-computer interaction by participatory design approaches [Mu02]. In the context of these approaches the technical world of developers and the social world of the users of a technology are seen as two cultures. The “third space” serves as an actual physical space and as a methodological concept. It is a space where neither culture is at home and where communication and a shared understanding need to be established first. Hybridity points to the importance of knowledge being co-created in this space. The objective is that through co-creating, new methods, measures and guidelines emerge that would not be possible otherwise⁴.

After introducing the first concept referring to the “third space” above, I now cover the second concept referring to care work. When care is mentioned in informatics, it is usually done so in relation to the health care industry, patient care, assisted living or else as a domain where IT supports societal care work. Considered an application area, care appears as external to the field

4 For a full discussion on hybridity in human-computer interaction see [DK22].

of informatics. This fits the two cultures of the social and technical world mentioned above. The “feminist ethics of care” scholarship introduces a new, broadened understanding of care. The aim of the concept is “to change the overall value of care” [Tr98]. In their analysis the authors reconfigure what is commonly understood as “caring”. Historically, in Western countries caring is linked to reproductive labor, a perspective reinforcing the separation between public and private spheres and the interlinked gendered (as well as class-based) division of labor contributing to the devaluation of care work. Instead, Joan C. Tronto and Berenice Fisher view care as a basic human activity, defined as “a species activity that includes everything that we do to maintain, continue and repair our “world” so that we can live in it as well as possible” [TF90].

In the final section of this paper, I will come back to both concepts with a brief reflection on how they could be beneficial for working with diversity in informatics. I also want to note that the perspective taken up in this paper is marked by my situatedness in a Western European educational institution. My findings are informed by almost two decades of teaching and research experience in informatics and engineering faculties at German universities as well as by a mostly Western body of work dealing with the question of gender and diversity in STEM disciplines.

2 Notes on diversity and intersectionality

This section introduces the key terminology used in this paper. The section starts with diversity as a term which is more commonly used and also broader in conception than intersectionality. Intersectionality is then introduced as a concept that, in its specificity, differs from and goes beyond diversity.

2.1 Diversity

As a social concept, diversity describes the heterogeneity of human existence – it serves to simultaneously recognize and appreciate differences [Ve15]. In comparison to gender inequality, discussions on diversity are relatively new in the European context. They have been promoted through diversity debates in the USA and have impacted the private and the public sector [HV07].

Diversity gained wider recognition in particular through diversity management in the private sector, in international companies and also in public institutions. Most prominently, the figure of the “diversity wheel” is used to describe diversity through four layers which appear when read from inside to outside as follows: the first layer, *personality*, refers to psychological traits; the second layer, *internal dimension*, includes social markers such as age, gender, race, sexual orientation, physical ability; the third layer, *external dimension*, contains income, personal habits, religion, geographic location, work experience, appearance, parental status; the fourth layer, *organizational dimension*, relates to functional level, work content field, division, department, unit, group, seniority, work location, union affiliation, management status [GR03]. The wheel serves to make diversity traits perceptible, for example in the context of the treatment of employees. The approach can be used to map a given context and help set up practical solutions. In a nutshell, diversity management views the heterogeneity of human traits, experiences and backgrounds as a valuable resource for modern organizations and corporations. If managed accordingly, diversity in the work place produces better results and promotes innovation [RG16], [Pe16]. In contrast, the lack of human diversity in the tech field has been linked to social bias and problematic effects of IT development [Cr19].

In the public sector, diversity relates to measures facilitating democratic rights and values, such as equal opportunity, anti-discrimination and inclusion, with extended guidelines for educational institutions [CJS19]. Most European higher education institutions have set up a diversity strategy. Gaisch and Aichinger provide an elaborated adaption of the diversity wheel at an Austrian university of applied science pursuing a holistic approach which aims for structural change [GA16].

In STEM, with informatics being no exception, most pressingly the persisting gender imbalance throughout all career stages has been on the agenda for decades [Be20]. Here, diversity allows for an opening of the discussion towards other social markers beyond or in interconnection with gender. In informatics education, diversity raises awareness of different learning and teaching styles, ways of acquiring and mediating knowledge and recognizing plurality in methods and tools [Sa17], [Ha17]. Furthermore, in informatics research and development, the concept helps to acknowledge diversity in contexts and application fields [St11].

2.2 Intersectionality

In comparison to diversity, the concept of intersectionality is lesser known, at least beyond academia. US-American legal scholar and civil rights activist Kimberlé Crenshaw coined the term using the metaphor of a traffic intersection to highlight that social categories are not neatly separated but that instead their intersections mark how a person is situated in society. The cause for Crenshaw's work was the finding that US anti-discrimination laws do not benefit Black women because the laws do not acknowledge multiple causes of discrimination [Cr89]. Intersectionality is based on Black feminist activism, authorship and scholarship [Co01; ho81; Lo01; Tr01]. The concept focuses on questions of power, hierarchies, in- and exclusion and their constitutive force for organizations, institutions and infrastructures. Hence, intersectionality connects structural systemic oppression, individual experience and the symbolic order [RM16].

With diversity social categories can appear as additives. Intersectionality views social categories as interdependent and inherently addresses sociopolitical dimensions. This interdependence complicates an easy application of intersectional analysis and calls for an elaborate reconfiguring of data collection [DHK22]. This would not simply entail the gathering of separate identity markers (gender, race, class etc.) but instead requires relating these markers to one another while also factoring in their sociopolitical context and specific situatedness [Yu06]. What it means to be a Black migrant woman in Germany, for example, or a Black woman born in Germany, may vary⁵.

Like diversity, intersectionality may also serve to expand discussions on gender inequalities in informatics. Intersectionality, however, differs from diversity in its practical application. For example, intersectionality still appears as a challenge for European gender mainstreaming or equal opportunity measures:

“The concept of intersectionality, referring to persons who identify with various dimensions of diversity (e.g., a female researcher in engineering who has a migration background or first-generation student coming in through an alternative pathway and having caring responsibilities) is known and mentioned by some, but not often addressed in the institutional strategies or practice. Some institutions see addressing intersectionality as a qualitative next step forward in their work on the agenda.” [CJS19]

5 Cf. GERD – Gender-extended Research and Development Model, <https://www.gerd-model.com>

It is important to note that initiatives exist that provide expertise on the practical use of intersectionality, such as the Opportunity Agenda [TO21].

Because gender imbalance in STEM is such a pressing topic, other forms of exclusion have often been neglected, especially in Western European debates [BD20]. Furthermore, with its focus on power relations, intersectional analysis interrogates hierarchical structures and problematizes social inequalities. Where diversity management celebrates differences or treats them as a resource for innovation, intersectionality aims at a more radical restructuring towards social justice [DK12]. Emphasizing intersectionality helps reveal power relations and broadens the discussion of diversity. In the following, I will mostly speak of diversity because of its broader meaning and more common usage but also build on the powerful concept of intersectionality.

3 Connecting diversity and informatics

This section begins with the question of what makes working with diversity in informatics possible (or impossible). First, what constitutes informatics as an academic discipline is discussed. Then, design approaches as well as a practical example of a process model that integrates gender and diversity knowledge into informatics research and development are provided.

3.1 Discussing informatics

In the following, the question of “what is informatics?” is discussed together with the possibility of addressing social aspects as an integral part of the discipline. It is the latter that forms the precondition for working with diversity concepts in the field.

Among the technical sciences, informatics holds a special position. Compared to other engineering fields, it is a relatively young academic discipline. In the German context, the first study programs were established in the late 1960s as informatics in the FRG or as mechanical computer engineering in the GDR. Interestingly, according to the Fakultätentag⁶, the proportion of women was comparatively high in the early phase, in contrast to other technical sciences like

6 The Fakultätentag is the association of the departments or faculties of informatics of the universities and higher education institutions in Germany, see <https://www.ft-informatik.de/>

mechanical or electrical engineering – but this development did not last [VF18]. Various scholars draw a connection between shifts in what is understood to be the disciplinary basis of informatics and the participation of women. According to these findings, understanding informatics as an engineering science has got exclusionary effects on women [Ba06; Sc04; Sc14].

Since the early years, what constitutes informatics and its classification in the academic landscape have been widely discussed. Debates include analyzing the historical origins as well as the discipline's content [Be14; Co04; MW06; Sc14]. In its foundation, informatics is already inherently interdisciplinary through the novel combination of mathematics, natural sciences and engineering. Furthermore, informatics integrates linguistics as well as social, communication and information science components and borrows from cognitive science, psychology and law, among others. The digital transformation of almost all life domains requires the inclusion of further application areas and gives rise to combined fields, such as bioinformatics, business informatics, environmental informatics etc. On the one hand, these combinations refer to specific domain expertise or to other scientific disciplines. On the other hand, they also show what needs to be made visible because it does not appear to be anchored in the core of the discipline. Wolfgang Coy describes the genesis of informatics as an academic discipline as a process of boundary making, of in- and exclusion of topics, methodology and approaches. New combined fields show that topics which have previously been excluded can be included again when digital transformations call for it. Still, dividing lines and hierarchical valences between what is understood as core informatics and what counts as peripheral areas remain [Co04]. Considering diversity, it is noteworthy that the visibility of social aspects, and in particular informatics' relevance for application domains, correlates with increased participation of women in informatics. In comparison, many combined fields, especially such as media informatics or health informatics, have a higher proportion of female students [VF18].

Areas such as computing and society, fields like socio-informatics and human-computer interaction explicitly highlight social aspects of informatics. Socio-informatics in particular emphasizes the double character of computational developments. Computational artefacts must follow the formal logic of computing machinery as well as they need to function in the social world [RW11]. This double character of computational artefacts, or, put differently, the relationship between sign/signal-processing and embeddedness in the social world, marks the uniqueness of informatics. This is also expressed in the

conception of informatics as “engineering humanities” according to German informatics pioneer Friedrich L. Bauer [He04].

From the mid-1980s onwards, discussions around “women, work and computerization” drew connections between the unique character, respectively the epistemology, of informatics and the potential to focus on gender aspects⁷. Among others Christiane Funken stated that because informatics formalizes work flow processes, computational development tightly couples social and technical aspects [Fu93]. This also means that intersectional gender inequalities find their way into technical system developments. If made visible and reflected upon, possible discriminatory effects of IT development can be extenuated or avoided [DM18]. Furthermore, Heidi Schelhowe formulated that fundamental differences in the understanding of the computer as either an information or data processing machine are decisive for such an inclusion or exclusion of social aspects in the field of informatics. If the role of the computer is data processing then semantic understanding is attributed to humans. In this view, human (or social) agency and machine agency are tightly coupled. The more the scientific understanding of informatics is able to locate social aspects within the center of the discipline and not just at the peripheries, the more gender and diversity aspects can be viewed as an integral part and hence connected to knowledge and methodological questions at the core of informatics [Sc96]. Such a sociotechnical perspective allows to address diversity not just in terms of gender imbalances in the field but also in regards to knowledge, methodology, development, curricula building and disciplinary culture.

3.2 Implications for IT system design

As noted above, there are some areas of informatics that make it easier to establish connections for working with social aspects than others. Historically, debates around software development practices following the so-called software crisis in the late 1960s and early 1970s initiated shifts such as highlighting the importance of non-expert users as well as a context-, usage- and value-orientation of IT system design in general. Participatory and sociotechnical

7 See the proceedings of the 1st IFIP work group conference: [OSM85], and for the German context the work group “Frauenarbeit und Infomatik” (Women’s Work and Informatics, now Women and Informatics) of the German association for informatics: <https://fg-frauen-informatik.gi.de/>

design approaches [Ak95; KG13] were (and are) an entry point for gender aspects and feminist values in software development processes [Ba06]. The field of human-computer interaction prominently highlights human factors. Heterogeneity in application domains, user groups and different expertise levels makes dealing with diversity on the level of content and the methods used indispensable. Furthermore, pervasive digital transformation and the rise of AI technology call for IT development that is socially acceptable and adheres to democratic norms and values [DHK22].

When designing and developing IT systems the question remains what the practical implications of a sociotechnical approach are and even more so when it comes to working with gender and diversity concepts. Intersectional gender research is rooted in the social sciences and the humanities. Therefore, using concepts, knowledge and methodology from these fields in informatics requires connecting points and working at translations and adaptations.

In informatics, and especially in human-computer interaction, there is a long tradition of collaborative and participatory software development practices. These approaches serve to bridge the gap between developers and users. Participatory design in particular addresses power and hierarchical relations in technology development and turns the intersection of work or activities in application domains and work in IT development into a productive exchange [TI13; WBS10]. In the Western European context, the approach dates back to Scandinavian projects of the 1970s that aimed to link the technological transformation of the workplace with democratic values and to increase the acceptance of technological tools – both in society and for the individual users [Su11]. Participatory design is not feminist per se, but it is critical of power and allows to reflect on what is included and what is not in IT system design. If intersectional gender expertise is combined with participatory design, unequal power relations that shape application domains and work conditions can be made visible and accounted for in development processes [We96].

Another design approach worth exploring is value-sensitive design. This approach aims at systematically introducing values and norms into sociotechnical design processes. Against the background of long-standing discussions about value orientation in informatics, Batya Friedman developed a theory-based design pattern for realizing democratic values in IT system development. This extends the focus of human-centered design, which is often reduced to usability questions, to questions of social acceptability and ethics of IT [Fr97].

As with participatory design, gender equity and anti-discrimination must first be recognized as important values.

In the past decade, approaches that bring together anti-discrimination, gender equity and IT design have been developed. The anti-oppressive design approach, for example, translates Patricia Hill Collin's work on racial justice⁸ and the concept of systemic oppression of marginalized groups into a design framework for IT systems [SD14]. The framework connects structural, institutional levels of oppression and marginalization to technology development.

Another approach is the "Gendered Innovations" project initiated by Londa Schiebinger, which has received wider recognition internationally. Here, a methodological framework for integrating the gender dimension into STEM was created. The public website provides low-threshold access to a broad knowledge base that offers methods, clarification of terms and case studies.⁹

While Gendered Innovations aims to address all STEM fields, the Gender-Extended Research and Development Model (GERD)¹⁰ is specific to informatics research and development. The origin of the model lies in an interdisciplinary project that brought together gender research and informatics. The project exemplified that intersectional gender expertise and a focus on diversity enriches informatics research, development and teaching. It highlights the relevance of social inequalities and power relations in regard to informatics; in IT design it helps to develop a realistic representation of application domains, strengthens the participation of marginalized groups and helps to consider the societal impact of technology [Ze14]. Within the project, however, we found, that concretizing gender knowledge so that it becomes operationalizable within informatics research and development is a challenging task. Ideally, project work in informatics would include intersectional gender experts as well as experts from application domains. However, this is not realistic. Hence, the GERD model takes up specific work practices and modalities in informatics and couples them with expert knowledge from intersectional gender research. This is done through taking up the form of process models in software engineering. The GERD model tracks IT research and development phases from

8 "Racial justice is the systematic fair treatment of people of all races, resulting in equitable opportunities and outcomes for all. Racial justice — or racial equity — goes beyond 'anti-racism'. It is not just the absence of discrimination and inequities, but also the presence of deliberate systems and supports to achieve and sustain racial equity through proactive and preventative measures." See <https://neaedjustice.org/wp-content/uploads/2018/11/Racial-Justice-in-Education.pdf> and [Hi00].

9 <https://genderedinnovations.stanford.edu/>

10 <https://www.gerd-model.com/>

the initial motivation and planning to modelling, testing and implementation to deployment and enriches those phases through reflection aspects taken from gender research. The reflection aspects mirror key concepts such as power relations, values, benefits, relevance etc. in their relation to social inequality. These aspects are substantiated through a list of questions that deal with specific phases of IT development. The model also works with examples from IT research and development to illustrate the benefits gained by working with diversity in informatics aspects [DM18]. Beyond its application in informatics research and development, the GERD model is also useful for teaching informatics students sociotechnical systems design with a focus on gender equity and non-discrimination.

4 In lieu of conclusion: Integrating and caring for diversity in informatics

The motivation for this paper arose from the finding that despite a rich body of gender and diversity expertise focusing on STEM disciplines the effect of this knowledge on informatics is insufficient. In this final section I want to point out some of the obstacles and explore ideas for achieving a more sustainable integration.

Very broadly speaking, gender and diversity expertise suffers from a lack of structural integration in technical disciplines with informatics being no exception. Taking up the debates on the disciplinary foundation of informatics, I have pointed out the need to address social aspects within technical fields, and likewise I have stated how challenging this can be for people in informatics. Feminist philosophers of science have succinctly formulated that a positivist understanding of science, as it is traditionally common to the natural and technical sciences, feeds its validity precisely from a supposed independence from the social world [Ha86]. Therefore, understanding the relevance of intersectional gender research, rooted in the social sciences and the humanities, for all areas of research, development and education for informatics can be challenging. In addition, the complexity of the intersectional approach can be difficult to account for, especially since informatics relies on formalized, rule-oriented forms of knowledge.

Gender equity measures that focus on unequal participation in the technical field appear to be more widely accepted and implemented. In contrast, intersec-

tional gender research in regards to knowledge of informatics, methodology and design and development approaches is not explored sufficiently. I have shown that gender- and diversity-oriented IT design approaches exist, and awareness of the social impact of IT, for example towards bias in AI, continues to grow. However, giving this expertise an integrated, structural home in building curricula as well as the planning of technical departments is, apart from a few exceptions, largely missing. This is not just true for intersectional gender research but in general for considering social aspects as being of equal value as technological ones. Topics such as “informatics and society” or “ethics in computing” as part of informatics education are mostly realized in the form of electives and not considered foundational, although there is plenty of discussion on this need for integration [Co20; Qu06].

When it comes to working with diversity in informatics, a systemic approach covering all areas of informatics is crucial. I have formulated elsewhere that it is problematic to only raise diversity issues when explicitly dealing with gender imbalances or marginalized user groups [DD21]. Stanford University’s above mentioned Gendered Innovations project developed a threefold approach: “fix the knowledge”, “fix the institutions” and “fix the company” are named as important areas on where to work on with intersectional gender expertise in STEM, covering all areas.¹¹

Steps towards an academic disciplinary culture that enables and promotes working with diversity in informatics would, not exhaustively, include the following: First, increasing awareness of the need for diversity-orientation and the benefits that come with it, is important. The digital transformation of almost all life domains has brought questions regarding the societal acceptance and individual user acceptance of IT systems to the fore. This helps a lot with raising awareness and also fosters sociotechnical, systemic perspectives on IT system design. Second, working at the intersection of the social sciences, the humanities and informatics requires space and resources for interdisciplinary exchange. This exchange should not only be realized through interdisciplinary research projects but also supported structurally. Furthermore, this exchange needs to be conceptually accounted for and the methodology for working between the social sciences and informatics must be strengthened. For this, Bhabha’s concept of the “third space” and hybridity, which I have pointed out in the introduction, could be useful [Bh94]. Increasing awareness as well as providing space and resources could form the basis for jointly developed translational knowledge

11 See <https://genderedinnovations.stanford.edu/what-is-gendered-innovations.html>

at the interface of gender and diversity research and informatics. The “third space” would make methodologies that emerge through co-creation practices possible. This would challenge epistemological hierarchies between social and technical fields. Moreover, knowledge, measures and guidelines that have been jointly created would find a stronger acceptance and hopefully be more readily implemented in informatics departments.

A further perspective I have suggested is to reconsider diversity awareness (and implementation) work in informatics through the lens of feminist ethics of care. In the introduction I pointed out that care is defined as “a species activity that includes everything that we do to maintain, continue and repair our ‘world’ so that we can live in it as well as possible” [TF90]. What is understood as living well and what is needed to achieve it depends on the context and is subject to change. In an informatics department caring may mean making an effort to understand the causes for lack of diversity in students enrolled and trying to “eliminate” causes for persisting inequalities. It could also mean learning to understand how social inequalities relate to one’s own research. Through the lens of care, a sustainable integration of diversity expertise in informatics motivates questions such as: How do guidelines really become part of the disciplinary culture in informatics research, development and education – not just on paper but as a lived practice? Who cares for diversity issues and why? Who does the work? Who cares about the concepts used? Who cares about educating themselves and others about basic concepts such as diversity and intersectionality in relation to informatics? How can this caring for diversity work be supported structurally? Are resources, capacities and attention redistributed accordingly?

To conclude, working with diversity in informatics does not just require the respective expertise. It also requires structural support to sustainably cultivate diversity awareness. Furthermore, caring for diversity must be determined as a central objective. This includes to acknowledge, value and take on the actual work that comes with it.

Bibliography

- [Ak95] Akrich, M.: User Representations: Practices, Methods and Sociology. In (Rip, A.; Misa, T. J.; Schot, J., eds.): *Managing Technology in Society: The Approach of Constructive Technology Assessment*. Pinter Publishers, London and New York, pp. 167–184, 1995, ISBN: 1855673401.
- [Ba06] Bath, C.: Overcoming the socio-technical divide: A long-term source of hope in feminist studies of computer science. *tripleC 4/2*, pp. 303–314, 2006.
- [BD20] Bläsing, L. M.; Draude, C.: Geschlechterforschungen zwischen Reflexion und Reproduktion bestehender Bilder von Informatik. *ZSE Zeitschrift für Soziologie der Erziehung und Sozialisation 40/3*, pp. 276–295, 2020.
- [Be14] Bergner, N.: Wie die Informatik sich selbst sieht und wie sie gesehen wird. In (Leicht-Scholten, C.; Schroeder, U., eds.): *Informatikkultur neu denken – Konzepte für Studium und Lehre. Integration von Gender und Diversity in MINT-Studiengängen*. Springer Fachmedien, Wiesbaden, pp. 85–97, 2014, ISBN: 978-3-658-06021-3.
- [Be20] Bereswill, M.; Draude, C.; Kuhn, H.-P.; Bläsing, L. M.; Lump, G.; Spitzner, J.: Ungleiche Präferenzen? Zum Zusammenhang von Studienfachwahl und Geschlecht aus sozialisations- und geschlechtertheoretischer Perspektive am Beispiel des Studienfachs Informatik. *ZSE Zeitschrift für Soziologie der Erziehung und Sozialisation 40/3*, pp. 231–253, 2020.
- [Bh94] Bhabha, H. K.: *The Location of Culture*. Routledge, London and New York, 1994.
- [CJS19] Claey's-Kulik, A.-L.; Jørgensen, T. E.; Stöber, H.: Diversity, Equity and Inclusion in European Higher Education Institutions: Results from the INVITED project, ed. by Royo, C.; Mariaud, H., Brussels and Geneva, Nov. 2019, URL: https://eua.eu/downloads/publications/web_diversity%20equity%20and%20inclusion%20in%20european%20higher%20education%20institutions.pdf, visited on: 07/20/2021.

- [Co01] Combahee River Collective: The Combahee River Collective Statement (1977). In (Ritchie, J.; Ronald, K., eds.): *Available Means: An Anthology Of Women’S Rhetoric(s)*. University of Pittsburgh Press, pp. 292–300, 2001, ISBN: 9780822941521.
- [Co04] Coy, W.: Was ist Informatik? Zur Entstehung des Faches an den deutschen Universitäten. In (Hellige, H. D., ed.): *Geschichten der Informatik. Visionen, Paradigmen, Leitmotive*. Springer, Berlin, pp. 473–498, 2004, ISBN: 3-540-00217-0.
- [Co20] Connolly, R.: Why computing belongs within the social sciences. *Communications of the ACM* 63/8, pp. 54–59, 2020, ISSN: 1557-7317.
- [Cr19] Crawford, K.; Dobbe, R.; Dryer, T.; Genevieve, F.; Green, B.; Kazinunas, E.; Kak, A.; Mathur, V.; McElroy, E.; Sánchez, A. N.; Raji, D.; Rankin, J. L.; Richardson, R.; Schultz, J.; West, S. M.; Whittaker, M.: *AI Now Report*, New York: AI Now Institute, 2019, URL: https://ainowinstitute.org/AI_Now_2019_Report.pdf, visited on: 07/20/2021.
- [Cr89] Crenshaw, K.: Demarginalizing the Intersection of Race and Sex: A Black Feminist Critique of Antidiscrimination Doctrine, Feminist Theory and Antiracist Politics. *University of Chicago Legal Forum* 1/8, pp. 139–168, 1989, URL: <https://chicagounbound.uchicago.edu/uclf/vol1989/iss1/8>.
- [DD21] Dankwa, N. K.; Draude, C.: Setting Diversity at the Core of HCI. In (Antona, M.; Stephanidis, C., eds.): *Universal Access in Human-Computer Interaction. Design Methods and User Experience. HCII 2021*. Vol. 12768. *Lecture Notes in Computer Science*, Springer International Publishing, Cham, pp. 39–52, 2021.
- [DHK22] Draude, C.; Hornung, G.; Klumbyté, G.: Mapping Data Justice as a Multidimensional Concept Through Feminist and Legal Perspectives. In (Hepp, A.; Jarke, J.; Kramp, L., eds.): *New Perspectives in Critical Data Studies: The Ambivalences of Data Power*. Palgrave Macmillan, Cham, pp. 187–216, 2022, ISBN: 978-3-030-96180-0.
- [DK12] Dill, B. T.; Kohlman, M. H.: Intersectionality: A Transformative Paradigm in Feminist Theory and Social Justice. In (Hesse-Biber, S. N., ed.): *Handbook of Feminist Research. Theory and Praxis*. 2nd ed., SAGE Publications, Inc., Thousand Oaks, CA, pp. 154–174, 2012, ISBN: 9781412980593.

- [DK22] Draude, C.; Klumbyté, G.: Hybrid Spaces, Hybrid Methodologies: Finding Ways of Working with Social Sciences and Humanities in Human-Computer Interaction. In (Kurosu, M., ed.): Human-Computer Interaction. Theoretical Approaches and Design Methods. HCII 2021. Vol. 13302. Lecture Notes in Computer Science, Springer International Publishing, Cham, pp. 40–56, 2022.
- [DM18] Draude, C.; Maaß, S.: Making IT Work: Integrating Gender Research in Computing through a Process Model. In: Proceedings of the 4th Conference on Gender & IT. GenderIT '18, Association for Computing Machinery, New York, pp. 43–50, 2018, ISBN: 9781450353465.
- [Eu18] Eubanks, V.: Automating Inequality: How High-Tech Tools Profile, Police, and Punish the Poor. St. Martin's Press, New York, 2018, ISBN: 9781466885967.
- [Fr97] Friedman, B.: Human Values and the Design of Computer Technology. CSLI Publications and Cambridge University Press, Stanford and Cambridge, 1997, ISBN: 1575860813.
- [Fu93] Funken, C.: Frauenforschung in der Informatik: Wissenschaftliche Analyse oder soziale Bewegung? In (Funken, C.; Schinzel, B., eds.): Frauen in Mathematik und Informatik, Tagungsbericht. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Freiburg, pp. 77–81, 1993.
- [GA16] Gaisch, M.; Aichinger, R.: Das Diversity Wheel der FH OÖ: Wie die Umsetzung einer ganzheitlichen Diversitätskultur an der Fachhochschule gelingen kann. In: 10. Forschungsforum der Österreichischen Fachhochschulen. FH OÖ, Vienna, 2016, URL: http://ffhoarep.fh-ooe.at/bitstream/123456789/637/1/114_215_Gaisch_FullPaper_Final.pdf, visited on: 07/20/2021.
- [GR03] Gardenswartz, L.; Rowe, A.: Diverse Teams at Work: Capitalizing on the Power of Diversity. Society for Human Resource Management, Alexandria, 2003, ISBN: 1586440365.
- [Ha17] Hartwell, E. E.; Cole, K.; Donovan, S. K.; Greene, R. L.; Burrell Storms, S. L.; Williams, T.: Breaking Down Silos: Teaching for Equity, Diversity, and Inclusion Across Disciplines. Humboldt Journal of Social Relations 39/, pp. 143–162, 2017, ISSN: 01604341.
- [Ha86] Harding, S.: The Science Question in Feminism. Cornell University Press, Ithaca, 1986, ISBN: 0335153607.

- [He04] Hellige, H. D.: Sichtweisen der Informatikgeschichte: Eine Einführung. In (Hellige, H. D., ed.): *Geschichten der Informatik*. Springer, Berlin, pp. 1–28, 2004, ISBN: 3-540-00217-0.
- [Hi00] Hill Collins, P.: *Black Feminist Thought: Knowledge, Consciousness, and the Politics of Empowerment*. Routledge, New York and London, 2000, ISBN: 9780415924849.
- [ho81] hooks, b.: *Ain't I a Woman: Black Women and Feminism*. South End Press, Boston, 1981, ISBN: 0-89608-130-3.
- [HV07] Hardmeier, S.; Vinz, D.: Diversity und Intersectionality. Eine kritische Würdigung der Ansätze für die Politikwissenschaft. *FEMINA POLITICA – Zeitschrift für feministische Politikwissenschaft* 16/1, pp. 23–33, 2007.
- [KG13] Kensing, F.; Greenbaum, J.: Heritage: Having a Say. In (Simonsen, J. W.; Robertson, T., eds.): *Routledge International Handbook of Participatory Design*. Routledge, New York and London, 2013, ISBN: 978-1-13-626619-5.
- [Lo01] Lorde, A.: The Transformation of Silence into Language and Action (1977). In (Ritchie, J.; Ronald, K., eds.): *Available Means: An Anthology Of Women'S Rhetoric(s)*. University of Pittsburgh Press, pp. 302–305, 2001, ISBN: 9780822941521.
- [Mc18] McAlear, F.; Scott, A.; Scott, K.; Weiss, S.: Data Brief: Women of Color in Computing, Oakland and Tempe, 2018, URL: <https://www.wocincomputing.org/wp-content/uploads/2018/08/WOCinComputingDataBrief.pdf>, visited on: 04/15/2022.
- [Mu02] Muller, M.J.: Participatory Design: The Third Space in HCI. In (Jacko, J. A.; Sears, A., eds.): *The Human-Computer Interaction Handbook: Fundamentals, Evolving Technologies and Emerging Applications*. L. Erlbaum Associates Inc., USA, pp. 1051–1068, 2002, ISBN: 0-8058-3838-4, URL: <https://dl.acm.org/doi/10.5555/772072.772138>.
- [MW06] Maaß, S.; Wiesner, H.: Programmieren, Mathe und ein bisschen Hardware ... Wen lockt dies Bild der Informatik? *Informatik-Spektrum* 29/2, pp. 125–132, 2006.
- [OSM85] Olerup, A.; Schneider, L.; Monod, E., eds.: *Women, Work and Computerization. Opportunities and disadvantages*, Tuscany, Italy, Elsevier, 1985, ISBN: 0444878645.

- [Pe16] Peña, M.: Ignoring Diversity Hurts Tech Products and Ventures. Stanford eCorner/, Nov. 23, 2016, URL: <https://ecorner.stanford.edu/articles/ignoring-diversity-hurts-tech-products-and-ventures>, visited on: 07/20/2021.
- [Qu06] Quinn, M. J.: On teaching computer ethics within a computer science department. *Science and Engineering Ethics* 12/2, pp. 335–343, 2006.
- [RG16] Rock, D.; Grant, H.: Why Diverse Teams Are Smarter. *Harvard Business Review*/, Nov. 4, 2016, URL: <https://hbr.org/2016/11/why-diverse-teams-are-smarter>, visited on: 07/20/2021.
- [RM16] Rothenberg, P. S.; Munshi, S., eds.: *Race, Class, and Gender in the United States: An Integrated Study*. Worth Publishers/Macmillan Learning, New York, 2016, ISBN: 9781464178665.
- [RW11] Rohde, M.; Wulf, V.: *Sozio-Informatik*. *Informatik-Spektrum* 34/2, pp. 210–213, 2011.
- [Sa17] Samura, M.: A Tale of Two Settings: Rethinking Methods and Approaches for Diversity Research. *Humboldt Journal of Social Relations* 39/, pp. 43–50, 2017, ISSN: 01604341.
- [Sc04] Schinzel, B.: Kulturunterschiede beim Frauenanteil im Studium der Informatik, Teil II: Informatik in Deutschland, 2004, URL: <http://mod.iig.uni-freiburg.de/cms/fileadmin/publikationen/online-publikationen/Informatik.Frauen.Deutschland.pdf>, visited on: 07/20/2021.
- [Sc14] Schelhowe, H.: Männlichkeitsbilder in der Geschichte der Informatik. In (Zeising, A.; Draude, C.; Schelhowe, H.; Maaß, S., Hrsg.): *Vielfalt der Informatik, Ein Beitrag zu Selbstverständnis und Außenwirkung*. Bremen, S. 63–78, 2014.
- [Sc96] Schelhowe, H.: Software-Entwicklung als sozialer Gestaltungsprozeß, Aspekte für eine Frauenforschung in der Informatik. *Rundbrief Frauenarbeit und Informatik*/5, S. 54–58, 1996.
- [SD14] Smyth, T.; Dimond, J.: Anti-oppressive design. *Interactions* 21/6, pp. 68–71, 2014, ISSN: 1072-5520.
- [St11] Stephanidis, C., ed.: *Universal Access in Human-Computer Interaction, 6th International Conference, UAHCI 2011, held as part of HCI International 2011 Orlando, FL, USA July 9–14, 2011, vol. 6765–6768, Lecture Notes in Computer Science, Heidelberg: Springer, 2011.*

- [Su11] Sundblad, Y.: UTOPIA: Participatory Design from Scandinavia to the World. In (Impagliazzo, J.; Lundin, P.; Wangler, B., eds.): *History of Nordic Computing 3. HiNC 2010*. Vol. 350. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, Springer, Berlin and Heidelberg, pp. 176–186, 2011, ISBN: 978-3-642-23314-2.
- [TF90] Tronto, J. C.; Fisher, B.: *Toward a Feminist Theory of Caring*. In (Abel, E. K.; Nelson, M. K., eds.): *Circles of Care, Work and Identity in Women’s Lives*. SUNY Press, Albany, NY, pp. 36–54, 1990.
- [TI13] Trigg, R.; Ishimaru, K.: *Integrating Participatory Design into everyday work at the Global Fund for Women*. In (Simonsen, J. W.; Robertson, T., eds.): *Routledge International Handbook of Participatory Design*. *Routledge International Handbooks*, Routledge, New York, NY, pp. 213–234, 2013, ISBN: 978-1-13-626619-5.
- [Tr01] Truth, S.: *Speech at the Woman’s Rights Convention, Akron, Ohio (1851)*. In (Ritchie, J.; Ronald, K., eds.): *Available Means: An Anthology Of Women’S Rhetoric(s)*. University of Pittsburgh Press, pp. 144–146, 2001, ISBN: 9780822941521.
- [Tr98] Tronto, J. C.: *An Ethic of Care*. *Generations: Journal of the American Society on Aging* 22/3, pp. 15–20, 1998, ISSN: 07387806, URL: <http://www.jstor.org/stable/44875693>.
- [Ve15] Vertovec, S.: *Introduction: formulating diversity studies*. In (Vertovec, S., ed.): *Routledge International Handbook of Diversity Studies*. *Routledge International Handbooks*, Routledge, New York, pp. 1–20, 2015, ISBN: 978-0-415-81386-0.
- [VF18] de Vries, L.; Füchtjohann, M.: *Blickpunkt Daten und Fakten: Hochschultypen - Frauenanteile - Informatik*, Gütersloh, Apr. 2018, URL: https://www.che.de/downloads/FRUIT_Factsheet_Informatik_Deutschland_Frauen_final_20180426.pdf, visited on: 07/20/2021.
- [Wa17] Wachter-Boettcher, S.: *Technically Wrong, Sexist Apps, Biased Algorithms, and Other Threats of Toxic Tech*. W. W. Norton & Company, New York, NY, 2017, ISBN: 0393634647.
- [WBS10] Wagner, I.; Bratteteig, T.; Stuedahl, D., eds.: *Exploring Digital Design, Multi-disciplinary Design Practices*. Springer, London, 2010, ISBN: 9781849962230.

-
- [We96] Webster, J.: *Shaping Women's Work, Gender, Employment and Information Technology*. Routledge, London and New York, 1996, ISBN: 9781317893486.
- [Yu06] Yuval-Davis, N.: Intersectionality and Feminist Politics. *European Journal of Women's Studies* 13/3, pp. 193–209, 2006.
- [Ze14] Zeising, A.; Draude, C.; Schelhowe, H.; Maaß, S., eds.: *Vielfalt der Informatik, Ein Beitrag zu Selbstverständnis und Aussenwirkung*. Bremen, 2014.

Informatik und Barrierefreiheit

Gerhard Weber¹

Abstract: Barrierefreiheit kann durch Methoden der Informatik hergestellt und ausgebaut werden. Dieser eingeladene Beitrag stellt die Anforderungen von Menschen mit den umfangreichsten Benutzererfordernissen an Software vor, die z. B. eigene Schriftsysteme wie Braille und entsprechende taktile Ausgabegeräte verwenden. Assistive Technologien umfassen dabei auch Software verschiedenster Art. Es werden die wichtigsten Kompetenzen dafür vorgestellt. Im Curriculum der Informatik können diese Kompetenzen im Rahmen von speziellen Vorlesungen und Übungen vermittelt werden oder sie werden in die jeweiligen Fachgebiete integriert. Um den Studienbetrieb ebenfalls barrierefrei zu gestalten, sind weitere Anstrengungen notwendig, die Lehrende, Verwaltung und die Hochschulleitung einbeziehen.

Keywords: Barrierefreiheit; Informatik; Mensch-Computer-Interaktion

1 Einleitung

Lehre und Forschung zur Mensch-Computer-Interaktion fokussiert die Menschen und deren Fähigkeiten, sowie mittels geeigneter Medien unter Berücksichtigung des jeweiligen Kontexts mit Software zu interagieren und mit anderen Menschen zu kommunizieren. Für manche Menschen sind jedoch Tastatur, Maus und Monitor inadäquat. Weder die Industrie noch die Hochschulen konnten Ende der 1980er Lösungen, wenn es darum ging, Kommunikationssysteme von Menschen mit einer sensorischen oder körperlichen Behinderung durch geeignete Algorithmen, Entwicklungsprozesse, Systeme und Produkte vor dem Hintergrund der Wirtschaftlichkeit zu adressieren [GY08]. Schätzungen zufolge sind Knapp 10 % der Bevölkerung in industriell entwickelten Länder von einer

¹ Technische Universität Dresden, Fakultät Informatik, Nöthnitzer Straße 46, 01062 Dresden, gerhard.weber@tu-dresden.de <https://orcid.org/0000-0002-1890-4281>

sensorischen oder körperlichen Behinderung betroffen. Diese Menschen sind für eine zeitgemäße Mensch-Computer-Interaktion einzubeziehen; dabei werden viele grundlegende Themen der Informatikausbildung relevant. Bis heute sind viele Geräte wie TV, Waschmaschine oder Küchengeräte nicht selbständig benutzbar, wenn man das Display nicht oder kaum lesen kann oder die Arme bzw. Hände gelähmt sind.

Bereits 1994 wurde das Grundgesetz in Artikel 3, Absatz 3 um den Satz „Niemand darf wegen seiner Behinderung benachteiligt werden.“ ergänzt und 2008 wurde die internationale UN-Konvention zu den Rechten von Menschen mit Behinderung (UN-BRK) [UN-BRK06] auch durch den Bundestag ratifiziert [Un08]. Darin ist u. a. in Artikel 24 der gemeinsame Schul- und Hochschulbesuch als Menschenrecht formuliert. Die Hochschulrektorenkonferenz hat entsprechend reagiert und 2009 eine „Hochschule für Alle“ [HRK09] gefordert.

In den Erziehungswissenschaften wurden bundesweit an verschiedenen Standorten Studiengänge zur Sonderpädagogik und den Rehabilitationswissenschaften zum Erwerb entsprechender Kompetenzen eingerichtet. In der Informatikausbildung sind dagegen die Studieninhalte bisher kaum angepasst worden. Erfolg hatten vor allem Bestrebungen, das Studium blinden und sehbehinderter Studierenden zu ermöglichen [SW88]. Braille und Sprachsynthese können gleichberechtigt neben der Visualisierung von Lernmaterialien und dem Unterrichtsgespräch eingesetzt werden. Die erworbenen Kompetenzen zum Arbeiten mit wissenschaftlicher Literatur und zur Softwareentwicklung ermöglichen den Absolventen einen Beruf zu ergreifen und Arbeitsplätze auszufüllen. Dennoch sind Arbeitsplätze immer dann gefährdet, wenn neue Arten von Barrieren durch den breiten Einsatz neuer Technologien entstehen.

Dieser eingeladene Beitrag ist ein Plädoyer dafür, in der Informatikausbildung die Inhalte zur Barrierefreiheit weiterzuentwickeln und die Lehre in der Informatik barrierefrei zu gestalten. Nicht zuletzt muss das Studium zum Lehramt in Informatik im Sinne der UN-BRK vermitteln, um einen inklusiven Schulalltag zu ermöglichen.

2 Digitale Barrieren

Digitale Barrieren sind nicht ohne Weiteres zu erkennen, da eine Vielzahl von Kommunikationssystemen und Anforderungen zu berücksichtigen sind. Dozierende kennen kaum sowohl Braille, die Sprache taubblinder Menschen

(Lormen), Symbolsprachen für Menschen mit einer kognitiven Behinderung als auch Gebärdensprache und beherrschen alle diese Zeichensysteme. Die Informatik kann jedoch Werkzeuge zur Transkription bereitstellen. Aktuell gibt es z. B. Ansätze für die Erzeugung von Untertiteln (ausgehend von einer automatisiert erstellten Audiotranskription), zur Synthese von Gebärdensprache, für das Erstellen einfacher Bildbeschreibungen sowie zum Beschreiben von Videos (Audiodeskriptionen).

2.1 Barrierefreiheit

Durch die breite Einführung grafischer Benutzeroberflächen, die Text und Grafik integrieren konnten, entstand eine sog. Pixel-Barriere [BBV90]. Sie wurde anfangs für unüberwindbar gehalten, als klar wurde, dass pixel-basierte Displays die existierenden assistiven Technologien nicht mehr unterstützen können, denn Brailledisplays sind einzeilig und nur 40 oder 80 Zeichen lang bei einer horizontalen Auflösung von nur ca. 11 dpi zwischen zwei Braillepunkten eines Zeichens.

Ohne eindeutige Zuordnung zwischen den Zeichen von Schrift und den Pixeln kann zu einer visuellen Darstellung keine zeichenweise Brailledarstellung erfolgen. Die Folgen der Einführung dieses neuen Paradigmas bedeuteten für nicht wenige blinde Mathematiker oder Informatikerinnen den Verlust des Arbeitsplatzes bzw. die Übernahme von völlig anderen, weniger qualifizierten Tätigkeiten.

Programme wie z. B. Screenreader können die Pixel-Barriere abbauen, auch wenn es Einschränkungen in der Darstellbarkeit gibt, da nicht die Pixel, sondern Sprachausgabe oder Brailleanzeigen Verwendung finden [MW94]. Barrierefreiheit ist in diesem Sinne kein Zustand, sondern ein qualitatives Merkmal der Mensch-Computer-Interaktion. Anders als für den Begriff *usability* ist das Ausmaß der Barrierefreiheit implizit relevant, d. h. Barrierefreiheit kann weiterentwickelt werden. Dies greift folgende Definition von Barrierefreiheit auf:

accessibility: extent to which products, systems, services, environments and facilities can be used by people from a population with the widest range of user needs, characteristics and capabilities to achieve identified goals in identified contexts of use

Note 1 to entry: Context of use includes direct use or use supported by assistive technologies. [IS17]

Barrierefreiheit erfordert u. a. die Bereitstellung einer Textalternative zu bildlichen Darstellungen². Braille (s. Abb. 1) ist in diesem Sinne auch eine Barriere für sehende Menschen. Bauer und Goos haben bereits in ihrem Lehrbuch zur Informatik auf die Darstellung von Braillepunkten als Beispiel für einen Binärcode hingewiesen [BG84]. Die taktile Fühlbarkeit der bis zu sechs Braillepunkte eines Braillezeichens, die in einer (2,3)-Matrix angeordnet werden, vergleichen die Autoren elegant mit einem binären sechsstelligen Blockcode. Der Binärcode ordnet jedem Kleinbuchstaben der deutschen Schriftzeichen genau ein Braillezeichen zu. Braille ist jedoch ein umfangreicheres Schriftsystem, das mehr als Kleinbuchstaben umfasst. Textalternativen zu Braille müssen sich auch mit dem syntaktischen Aufbau der Brailleschrift auseinandersetzen, um darüber hinaus Ziffern, Satzzeichen, Klein- und Großbuchstaben zu unterstützen.

2.2 Brailleübersetzer

Brailleschriften gibt es für viele Sprachen [Li90]. Für Deutsch und Englisch wird zwischen Vollschrift und Kurzschrift unterschieden. Die oben erwähnte

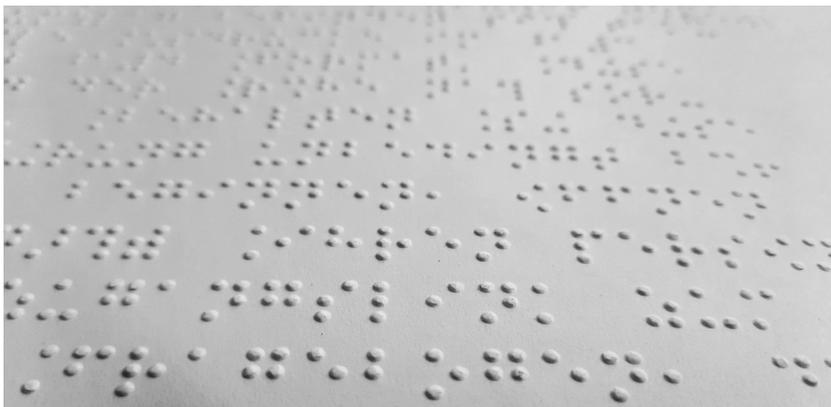


Abb. 1: Mehrzeiliger Ausschnitt aus einer Seite, die mit Braillepunkten geprägt wurde.

2 Ausnahmen wie z. B. Schmuckgrafiken siehe Web Content Accessibility Guideline 1.1.1

Eins-zu-eins-Zuordnung von Kleinbuchstaben zu Braillezeichen wird als Basisschrift bezeichnet. Die Basisschrift ist im Buchdruck unüblich, da sie sehr viel Platz benötigt. In Vollschrift werden häufig vorkommende Buchstabenpaare in einem Zeichen dargestellt, z. B. statt e und i das Zeichen $\langle EI \rangle$. In Kurzschrift werden dagegen Silben zusammengefasst, um ca. 30 % Platz einzusparen. „Zeit“ wird in Kurzschrift durch ein Zeichen $\langle Zeit \rangle$ repräsentiert, solange das Wort dieses Morphem enthält, sonst wird auf die Kürzung $\langle EI \rangle$ zurückgegriffen.

Die Erstellung von Braille ohne geeigneten Algorithmus zur Verarbeitung natürlicher Sprache ist sehr fehleranfällig und benötigt ein aufwändiges Lektorat. Mithilfe eines eleganten Ansatzes erzeugt Slaby [Sl83] eine kontextsensitive Grammatik, die Grundlage von Kurzschriftübersetzungsprogrammen der deutschen Sprache ist. Die Regeln sind von der Form

$$u \rightarrow v[x,y]n$$

wobei die ersten n Zeichen von u durch v ersetzt werden, falls in u das erste Segment x und die folgenden Zeichen y entsprechen. Die Regel mit dem längsten Kontext gilt zuerst.

Folgendes Beispiel nach Slaby zeigt Regeln für die Wörter *POLIZEI*, *PRO-PHEZEIT*, *ZEIT* und auch *POLIZEITRUPP*. Die Braille-Zeichen für $\langle EI \rangle$ und $\langle ZEIT \rangle$ können damit korrekt erstellt werden.

$$ZEIT \rightarrow Z\langle EI \rangle [POLI,]3$$

$$ZEIT \rightarrow Z\langle EI \rangle [PHE,]3$$

$$ZEIT \rightarrow \langle ZEIT \rangle [,]4$$

Für grafische Notationen, die in Mathematik, Chemie, Informatik oder Musik üblich sind, gibt es weitere spezielle Brailleschriften, die zeilenweise und linearisiert aufgebaut sind. Im Allgemeinen sind nicht-visuelle Formen grafischer Notationen Gegenstand weiterer Forschung. \LaTeX ist zwar eine serielle Notation; aus Dokumenten in \LaTeX kann jedoch durch die Vielzahl von programmierten Erweiterungen z. B. für neu definierte Operatoren nicht automatisiert Braille erstellt werden. Es kann meist nur dann für barrierefreie Dokumente verwendet werden, wenn es informell verwendet wird. Eine informelle Verwendung ist z. B. das Anfertigen einer Klausurbearbeitung durch blinde Studierende, die zur Korrektur von sehenden Prüfern ausgewertet wird, ohne dass das Dokument kompiliert wird. In der schulischen Ausbildung wird auf diese Weise \LaTeX sehr häufig zur inklusiven Beschulung in Mathematik

und in naturwissenschaftlichen Fächern eingesetzt. In der Forschung zu barrierefreien Dokumenten werden statt \LaTeX andere Lösungsansätze wie MathsML für mathematische Terme vorgeschlagen. Browser können so die Visualisierung und gleichzeitig das Vorlesen barrierefrei ermöglichen, wenn der Umfang an mathematischen Termen nicht über den Vorrat von Sprachmitteln in MathsML hinausgeht. Jeder neu definierte Operator sprengt jedoch auch die Darstellung mit XML, da Mathematik eine offene Notation voraussetzt, die es erlaubt, neue Operatoren zu definieren [DJ07].

3 Barrieren im Curriculum berücksichtigen

Derartige Beispiele für eine kontextsensitive Grammatik passen ins Curriculum z. B. eines Bachelorstudiengangs, können in einer Übung oder Vorlesung behandelt werden und sensibilisieren die Studierenden für die Erstellung von barrierefreien Texten.

Eine andere Anwendung könnte die Berechnung des besten Weges für Menschen mit einer Mobilitätseinschränkung sein. Völkel erweitert den bekannten Dijkstra-Algorithmus für Graphen [VW08] und gibt sowohl für Rollstuhlfahrer als auch blinde Menschen relevante Werte für eine Attributierung der Kanten und einen angepassten Algorithmus zur Wegberechnung an.

3.1 Informatik für Alle

Die Forschung zur Barrierefreiheit verwendet Methoden der Informatik und erweitert diese. Entsprechende grundlegende Kenntnisse zur Barrierefreiheit sind insbesondere in der beruflichen Praxis erforderlich, wenn der Gesetzgeber den Kunden dafür Vorgaben macht oder die Auftraggeber Barrierefreiheit von Dokumenten bzw. Anwendungsprogrammen einfordern. Es würde den Rahmen dieses Beitrags sprengen, die rechtlichen Voraussetzungen darzustellen. Je nach Gesetzgeber sind diese Anforderungen international unterschiedlich streng bzw. verschieden detailliert ausgearbeitet.

Barrierefreiheit adressiert zwar nicht alle Menschen, aber ist ein Grad des Umfangs in dem möglichst viele Menschen digitale Produkte und Systeme der Informationstechnik verwenden können. Folgende Beispiele sollen die

Anforderungen an Wahrnehmbarkeit und Bedienbarkeit zur Implementierung interaktiver Systeme verdeutlichen:

Beispiel 1: Sehbehinderte Menschen sind auf Vergrößerung um bis zu einem Faktor von 16 und auf ausreichenden Farbkontrast angewiesen. Die Darstellung erfolgt durch Vergrößerungsprogramme als assistive Technik, deren softwaretechnischer Aufbau hier nicht vertieft wird. Zur Realisierung des Vergrößerungsfaktors 16 bei einer Breite eines Monitors von ca. 30 cm wäre eine Projektion von 4,8m Breite erforderlich. Vergrößerungsprogramme vermeiden dies u. a. durch geeignete Interaktionstechniken. Für die Vermittlung von Verfahren der Computergrafik ist dieses Beispiel für die Motivation von Vektorgrafik anwendbar.

Ausreichender Farbkontrast wird durch die Luminanz von Vorder- und Hintergrundfarbe von Texten beschrieben. Ein Verhältnis von mindestens 4,5:1 im sRGB Farbraum wurde empirisch durch Lesetests mit Senioren als Untergrenze ermittelt [KAS91]. Farbmodelle werden ebenfalls in der Computergrafik benötigt und deren Abbildung auf Gerätemerkmale ist auch in der Medientechnik relevant. Mangelnder Farbkontrast ist die am häufigsten vorkommende Barriere in Webseiten und Dokumenten [WebAIM22] und trotz dieser einfachen Berechnungsgrundlage in kaum einem Textverarbeitungsprogramm überprüfbar.

Beispiel 2: Viele Menschen mit einer Hörbehinderung sind auf Untertitel angewiesen, da Hintergrundgeräusche die Verständlichkeit von Sprache herabsetzen. Das Dateiformat WebVTT ist eine Empfehlung des W3C, die von vielen Browsern im Rahmen von HTML5 unterstützt wird. WebVTT ist eine Markup-Sprache für die zeitlich abhängige Darstellung von Text auf Webseiten, die Barrierefreiheit fördert. Dieses Dateiformat ist ein Beispiel für die Synchronisation mehrerer zeitabhängiger und zeitunabhängiger Medien mittels einer Zeitbasis [HBR94] in HTML5 durch das Element $\langle track \rangle$. Dafür werden nebenläufige Kontrollflüsse benötigt. Weitere Anwendungsfälle für die Synchronisation von Text und anderen Medien zur Erstellung barrierefreier Inhalte sind:

- Synchronisation von Audiobeschreibungen mit Videos. Audiobeschreibungen erläutern blinden Menschen akustisch visuelle Merkmale während eines Videos.
- Synchronisation von Gebärdensprachfilmen mit Videos bzw. den Äußerungen von Sprechern.
- Synchronisation von Lippenbildern in Animationsfilmen und Audio.

Beispiel 3: Menschen, die ihre Hände nicht oder nur sehr eingeschränkt einsetzen können, verwenden spezielle Eingabegeräte [PSS17], z. B. Blaseschalter. Durch Auslösen einer Funktion mittels des betonten Luftstroms der Ausatemluft kann eine virtuelle Tastatur bedient werden, die periodisch alle Optionen nacheinander anwählbar macht (engl. *scanning keyboard*). Je nach Strategie der periodischen Darstellung (z. B. linear, Matrix, Vorhersage) und Anordnung der Tasten kann die Eingabegeschwindigkeit erhöht werden. Zur Bewertung verschiedener Ansätze muss die Texteingabegeschwindigkeit messbar werden. MacKenzie gibt dazu eine Vielzahl von Maßen an, die auch für die Vergleichbarkeit von anderen Texteingabesystemen relevant sind [MS02].

Beispiel 4: Nach einem Schlaganfall erleben manche betroffene Menschen eine Reduktion der Sprachkompetenz. Derartige und andere kognitive Einschränkungen erfordern die Reduktion der sprachlichen Komplexität. Die Forschung dazu steht erst am Anfang. Erste Ansätze sind Wörterbücher, die komplexe Begriffe und Sätze zu vereinfachen helfen [BM16]. Letztendlich sind jedoch alle Ebenen der linguistischen Modellierung von Sprache betroffen.

3.2 Kompetenzen im Informatikstudium

Barrierefreiheit kann in verschiedenen Fachgebieten mit adressiert werden, wie die Beispiele aus dem vorigen Abschnitt zeigen. Für die Entwicklung von web-basierten Benutzeroberflächen, mobilen Anwendungen oder auch Desktopanwendungen ist jedoch ein umfassendes Verständnis der Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) erforderlich [HP11]. Diese Richtlinien sind nach EN 301549 Stand der Technik für alle genannten interaktiven Anwendungen und auch auf alltägliche Informations- und Kommunikationstechnik (wie z. B. Automaten oder Telefone) anwendbar. Die Norm gilt in ganz Europa und ist seit 2019 für öffentliche Einrichtungen gesetzlich bindend.

Die Richtlinien der WCAG sind in vier Prinzipien gegliedert:

- Wahrnehmbarkeit
- Bedienbarkeit,
- Verständlichkeit, und
- Robustheit.

Die Richtlinien werden durch mehr als 100 technische Beispiele illustriert. Obwohl diese Beispiele sich auf Webanwendungen beziehen, sind sie auf ande-

re interaktive Anwendungen übertragbar, d. h. die Programmierschnittstellen müssen entsprechende Vorkehrungen vorsehen. Beispielsweise sind Bildbeschreibungen auch in vielen Programmierschnittstellen grafischer Benutzeroberflächen, bei Twitter, oder in Textverarbeitungsprogrammen vorgesehen.

Folgende Kompetenzen sind im Rahmen der Hochschullehre relevant. Die Studierenden können:

- Barrieren in interaktiven Anwendungen erkennen und identifizieren die Anforderungen von Menschen insbesondere mit
 - Bewegungsbeeinträchtigung,
 - Hörbeeinträchtigung, Gehörlosigkeit/Sprechbeeinträchtigung,
 - Sehbeeinträchtigung, Blindheit,
 - psychischer Erkrankung,
 - chronisch-somatischer Erkrankung,
 - Teilleistungsstörung,
 - anderer Beeinträchtigung oder schwerer Erkrankung (z. B. Tumorerkrankung, Autismus-Spektrum-Störung), oder
 - Mehrfachbeeinträchtigungen (z. B. taubblind).
- Medien (z. B. inhaltlich strukturierte Texte, linearisierbare Tabellen, Bilder, Videos, Audioaufzeichnungen, Einsatz geeigneter grafischen Notationen) für die Wahrnehmung auch mit anderen Sinnen erweitern und für entsprechende Kommunikationsformen gestalten.
- Vielfältige Interaktionstechniken erstellen, um die Bedienbarkeit zu ermöglichen (z. B. indem neben der Maus auch eine Bedienung per Tastatur vorgesehen wird).
- Die kognitive Komplexität einschätzen und ggf. individuell reduzieren.
- Entwicklungsprozesse für robuste Anwendungen steuern, um assistive Technologien zu unterstützen.
- Relevante Verfahren zur Überprüfung der Barrierefreiheit von Medien und interaktiven Anwendungen auswählen und anwenden.
- Prozesse und Modelle der Inklusion verstehen und anwenden.
- Forschungsmethoden aus dem Bereich der Mensch-Computer-Interaktion an Menschen mit besonderen Bedürfnissen anpassen und erweitern.

Um Barrieren in interaktiven Anwendungen zu erkennen, ist die Kenntnis der Bedürfnisse behinderter Menschen relevant. Grundwissen über den Aufbau von Braille, Gebärdensprache, Leichter Sprache, Symbolsprachen aus dem

Bereich der *Alternative Augmentative Communication* sowie assistive Technologien wie Screenreader mit taktiler Ausgabe (Braillezeilen) oder Sprachsynthese, Vergrößerungsprogramme oder alternative Tastaturkonzepte (Hard- und Software für Blas-, Blinzelerkennung, aber auch Blicksteuerung) sind erforderlich. Eine besondere Kategorie von Anwendungen bilden kollaborative Editoren bzw. Konferenzanwendungen, da neben der Barrierefreiheit auch hohe Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit gestellt werden.

Für die Gestaltung wahrnehmbarer Medien ist die Herstellung geeigneter Inhalte und Inhaltsformen essentiell. Dies bedarf u. U. der Mitwirkung von Sachverständigen für Gebärdensprache. Geeignete Inhaltsformen unterstützen u. a. die Serialisierung von visuellen Darstellungen durch Bildbeschreibungen, Verweise auf andere Inhalte und die Synchronisation von Texten mit anderen Medien. Eine dafür verfügbare, aber noch wenig bekannte Auszeichnungssprache ist ARIA, die in Verbindung mit HTML und z. B. SVG eingesetzt werden muss. Für die Webentwicklung sind Kenntnisse von ARIA unerlässlich geworden [ARIA17].

Zur Entwicklung barrierefreier Anwendungen für mobile Geräte und für Desktop-PCs sind eine Reihe von Toolkits verfügbar. Für gängige Betriebssysteme bzw. grafische Benutzeroberflächen (Android, iOS, Linux, OS/X, Windows) sind diese für assistive Technologien vorbereitet und können z. B. Bildbeschreibungen unterstützen, d. h. es gilt diesen erhöhten Umfang z. B. durch Testfälle abzudecken. Kenntnisse assistiver Technologien wie Screenreader und Vergrößerungsprogramme sind dabei zwar hilfreich, aber es bedarf einer geeigneten Systematik, um deren Vielfältigkeit zu berücksichtigen.

Das Prüfen der Barrierefreiheit erfolgt auf Basis der Richtlinien der WCAG, auf die u. a. die DIN EN 301549 2021-06 sich bezieht. Die WCAG werden seit ihrer ersten Veröffentlichung 1998 kontinuierlich verbessert und fortentwickelt. Einige Eigenschaften der Barrierefreiheit wie ausreichender Farbkontrast oder das Vorhandensein von Bildbeschreibungen können mit entsprechenden Werkzeugen manuell bzw. durch Inspektion des Codes geprüft werden, andere Eigenschaften wie die Korrektheit der Bildbeschreibung können jedoch (bisher) nur durch Menschen kontrolliert werden. Am Beispiel der Bildbeschreibungen wird auch deutlich, dass gerade im Hochschulbereich Fachjargon verwendet und geprüft werden muss. Um eine *website* oder eine mit einem Toolkit erstellte Anwendung zu analysieren und zu bewerten, gibt es ebenfalls eine Reihe von Werkzeugen [WAI20]. Diese sind unterschiedlich mächtig bzw. sind für die einzelnen Richtlinien unterschiedlich geeignet. Verschiedene Metriken erlau-

ben die Aggregation der Prüfergebnisse. Einen Überblick zu existierenden Metriken für Barrierefreiheit geben Vigo und Brajnik [VB11]. Einige Prüfwerkzeuge sind auch für eine kontinuierliche Bewertung der Entwicklung der Barrierefreiheit über längere Zeiträume hinweg geeignet.

Die Integration dieser Themen in das Informatik-Curriculum kann einzelne Schwerpunkte setzen. In meiner Erfahrung wird die Sensibilisierung, Entwicklung von Anwendungen und deren Prüfung mittels Mobiltelefonen von den Studierenden gerne angenommen. Alle genannten Themen lassen sich daran anknüpfen und vertiefen.

4 Herausforderungen an die Lehrenden

Barrierefreiheit kann die Diversität der Studierendenschaft fördern und das Ziel verfolgen, attraktive Bedingungen für Studierende, Tutorinnen und Nachwuchswissenschaftler zu bieten. Etwa 11 % der Studierenden haben bundesweit im Durchschnitt eine Behinderung, sind chronisch krank oder psychisch belastet [Po18].

Um die Lehre so zu verändern, dass die Studierenden barrierefreien Zugang zu Online-Immatrikulation, Lernplattformen, Lehrveranstaltungskatalogen, Prüfungsordnungen, Prüfungsverwaltungssystemen, elektronischen Prüfungen oder hybriden Lehrveranstaltungen bekommen sind breite Anstrengungen notwendig. Es kommen sowohl Bottom-up-Prozesse als auch Top-down-Prozesse in Betracht [Hä20], um kontinuierlich alle Beteiligten einzubinden.

Eine Top-down-Vorgehensweise kann durch eine Umsetzungsplanung initiiert werden. Aus Sicht der Lehrenden können folgende Aspekte für eine Bewertung der Barrierefreiheit in Betracht kommen:

- Ankündigung der Lehrveranstaltung,
- Skript der Lehrveranstaltung,
- Übungsaufgaben und deren Bewertung,
- Praktikumsunterlagen,
- Prüfungsvorbereitung,
- Prüfungsinhalte bzw. Protokolle von Prüfungen und
- Einsicht in die Prüfungsunterlagen

Gerade die Coronapandemie hat den Einsatz von Videokonferenzen mit Chat-Funktion und Whiteboard in Lehrveranstaltungen und Prüfungen geför-

dert. Keines der bekannten Whiteboard-Systeme ist derzeit barrierefrei, einige Videokonferenzsysteme können jedoch darauf verweisen; kaum noch Barrieren zu besitzen. Eine aktuelle Tendenz in verschiedenen proprietären Systemen und auch Open-Source-Produkten ist es, dass Audiotranskriptionen automatisiert erstellt werden. Trotz aller Unzulänglichkeiten der Spracherkennung ist dies ein wichtiger Schritt, um hörbehinderten Studierenden barrierefreie Aufzeichnungen anzubieten. Nicht-Muttersprachler profitieren ebenfalls von Untertiteln.

Eine Bottom-up-Vorgehensweise besteht z. B. dann, wenn Lehrende auf ihren Webseiten, den Lernplattformen usw. eine Erklärung abgeben, welche die noch vorhandenen Barrieren eindeutig benennt. Entsprechend den gesetzlichen Vorgaben muss in einer sog. Barrierefreiheitserklärung eine Durchsetzungsstelle angegeben werden, bei der bei Verstoß die Meldung abgegeben werden kann. Die Durchsetzungsstellen prüfen stichprobenartig die öffentlichen Einrichtungen auf Landesebene und berichten dem Bund bzw. dieser der EU-Kommission. Außerdem muss jährlich eine Überprüfung der Barrierefreiheitserklärung erfolgen. Es kann aber auch eine Bearbeitung der Meldung über Barrieren, z. B. in einem Skript, vorab im Rahmen eines Feedback-Mechanismus angeboten werden, der zeitnah für Abhilfe sorgt. Die Lehrenden reagieren damit auf eine Anforderung ihrer Studierenden, und können dementsprechend die bestehenden Barrieren abbauen. Für Prüfungen ist ggf. damit zu rechnen, dass im Wege des Nachteilsausgleichs bereits vorab durch den Prüfungsausschuss festgelegt wird, dass eine barrierefreie digitale Prüfung erforderlich wird. Ggf. betreibt aber die Hochschule schon ein Service-Center, das bei der barrierefreien Gestaltung von Lehrmaterialien behilflich sein kann.

5 Ausblick

Kompetenzen zur Barrierefreiheit betreffen Lehrende wie Studierende. Je nach Fachgebiet weisen eine Reihe von Anwendungsbereichen Merkmale und Eigenschaften auf, die weitere, für den jeweiligen Kontext spezifische, aber prinzipielle Barrieren der Software erzeugen können. Derartige Anwendungsgebiete sind:

- Computerspiele,
- VR und AR Anwendungen,

- E-Learning, z. B. Lernplattformen und kollaborativen Techniken (Whiteboard, Videokonferenzen, Forum, Wiki),
- mobile Interaktion, z. B. Navigation und Karten (Outdoor und Indoor), Notfallkonzepte,
- Sport und Sportberichterstattung,
- öffentliche Kunstaussstellungen (Museen), und
- alltägliche IT: eGovernment, Automaten, Smarthome, TV, eHealth, Medizingeräte, Haushaltsgeräte, autonome Fahrzeuge.

Die Forschung zur Barrierefreiheit erfolgt in diesen und anderen Anwendungsgebieten, um durch Barrierefreiheit und Informatik eine bessere Teilhabe an der Informationsgesellschaft zu ermöglichen.

Literaturverzeichnis

- [ARIA17] World Wide Web Consortium: The World Wide Web Consortium: Accessible Rich Internet Applications (WAI-ARIA) 1.1, 14. Dez. 2017, URL: <https://www.w3.org/TR/wai-aria/>, Stand: 07. 04. 2022.
- [BBV90] Boyd, L. H.; Boyd, W. L.; Vanderheiden, G. C.: The graphical user interface: Crisis, danger, and opportunity. *Journal of Visual Impairment & Blindness* 84/10, S. 496–502, 1990.
- [BG84] Bauer, F. L.; Goos, G.: *Informatik: Eine einführende Übersicht Zweiter Teil*. Springer, Berlin und Heidelberg, 1984, ISBN: 9783540131212.
- [BM16] Bredel, U.; Maaß, C.: *Leichte Sprache*. Bibliographisches Institut GmbH, Berlin, 2016.
- [DJ07] De Carvalho, J. W. M.; Jürgensen, H.: Flexible structured mathematics notation. In (Palma dos Reis, A.; Blashki, K.; Xiao, Y., Hrsg.): *MCCSIS 2007: Proceedings of the IADIS Multi Conference on Computer Science and Information Systems. Part II: Interfaces and Human Computer Interaction*. IADIS Press, Lissabon, Portugal, S. 211–215, 3.–8. Juli 2007.
- [GY08] Glinert, E. P.; York, B. W.: Computers and People with Disabilities. *ACM Transactions on Accessible Computing*. 1/2, DOI:10.1145/1408760.1408761, S. 1–7, Okt. 2008, ISSN: 1936-7228.

- [Hä20] Hähne, C.; Marquardt, G.; Rudolph, E.; Schmidt, H. J.; Weber, G.; Wegner, G.: Inklusion benötigt verschiedene Prozesse: Aktivitäten und Strategien an der TU Dresden. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung* 15/3, S. 363–376, 2020.
- [HBR94] Hardman, L.; Bulterman, D. C. A.; van Rossum, G.: The Amsterdam Hypermedia Model: Adding Time and Context to the Dexter Model. *Communications of the ACM* 37/2, S. 50–62, Feb. 1994, ISSN: 0001-0782.
- [HP11] Hellbusch, J.E.; Probiesch, K.: *Barrierefreiheit verstehen und umsetzen: Webstandards für ein zugängliches und nutzbares Internet*. dpunkt.verlag, Heidelberg, 2011.
- [HRK09] Hochschulrektorenkonferenz: Eine Hochschule für Alle, <https://www.hrk.de/positionen/beschluss/detail/eine-hochschule-fuer-alle/>, letzter Zugriff: 7.4.2022, 2009, Stand: 21. 04. 2009.
- [IS17] ISO Central Secretariat: Standard ISO 9241-112:2017. *Ergonomics of human-system interaction — Part 112: Principles for the presentation of information*, en, Geneva: International Organization for Standardization, 2017.
- [KAS91] Knoblauch, K.; Arditi, A.; Szlyk, J.: Effects of chromatic and luminance contrast on reading. *Journal of the Optical Society of America A* 8/2, S. 428–439, 1991.
- [Li90] Library of Congress, National Library Service for the Blind and Physically Handicapped: *World Braille Usage*. UNESCO, Paris und Washington, D.C., 1990.
- [MS02] MacKenzie, I. S.; Soukoreff, R. W.: Text entry for mobile computing: Models and methods, theory and practice. *Human-Computer Interaction* 17/2-3, S. 147–198, 2002.
- [MW94] Mynatt, E. D.; Weber, G.: Nonvisual presentation of graphical user interfaces: contrasting two approaches. In: (Adelson, B.; Dumais, S.; Olson, J., Hrsg.): *CHI '94: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in Computing Systems*. DOI: 10.1145/191666.191732, Boston, USA, S. 166–172, 24.–28. Apr. 1994.

- [Po18] Poskowsky, J.; Heißenberg, S.; Zaussinger, S.; Brenner, J.: Poskowsky, Jonas; Heißenberg, Sonja; Zaussinger, Sarah; Brenner, Julia: beeinträchtigt studieren–best2. Datenerhebung zur Situation Studierender mit Behinderung und chronischer Krankheit 2016/17, 2018, URL: https://www.studentenwerke.de/sites/default/files/beeintraechtigt_studieren_2016_barrierefrei.pdf, Stand: 07. 04. 2022.
- [PSS17] Polacek, O.; Sporka, A. J.; Slavik, P.: Text input for motor-impaired people. *Universal Access in the Information Society* 16/1, DOI: 10.1007/s10209-015-0433-0, S. 51–72, 2017.
- [SI83] Slaby, W. A.: The segment translation system: a new formalism for computerised contracted braille translation and phonemisation. In (Croisdale, D. W.; Kamp, H.; Werner, H., Hrsg.): *Computerised Braille Production Today*. DOI: 10.1007/978-3-642-68860-7_16, Springer, Berlin und Heidelberg, S. 201–215, 1983.
- [SW88] Schweikhardt, W.; Weber, G.: Das Studium der Informatik an der Universität Stuttgart – auch ein Studium für Blinde und Sehbehinderte. *horus – Marburger Beiträge zur Integration Blinder und Sehbehinderter* 50/2, S. 51–55, 1988.
- [UN-BRK06] United Nations: United Nations: Convention on the Rights of Persons with Disabilities, 2006, URL: <https://social.desa.un.org/issues/disability/crpd/convention-on-the-rights-of-persons-with-disabilities-crpd>, Stand: 12. 03. 2023.
- [Un08] United Nations: Gesetz zu dem Übereinkommen der Vereinten Nationen vom 13. Dezember 2006 über die Rechte von Menschen mit Behinderungen sowie zu dem Fakultativprotokoll vom 13. Dezember 2006 zum Übereinkommen der Vereinten Nationen über die Rechte von Menschen mit Behinderungen, 2008, URL: <http://www.un.org/Depts/german/uebereinkommen/ar61106-dbgbl.pdf>, Stand: 12. 03. 2023.
- [VB11] Vigo, M.; Brajnik, G.: Automatic web accessibility metrics: Where we are and where we can go. *Interacting with Computers* 23/2, DOI: 10.1016/j.intcom.2011.01.001, S. 137–155, 2011, ISSN: 0953-5438, eprint: <https://academic.oup.com/iwc/article-pdf/23/2/137/2238626/iwc23-0137.pdf>, URL: <https://doi.org/10.1016/j.intcom.2011.01.001>.

- [VW08] Völkel, T.; Weber, G.: RouteCheckr: personalized multicriteria routing for mobility impaired pedestrians. In: Assets '08: Proceedings of the 10th international ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility. Halifax, Canada. October 13 -15 2008. DOI: 10.1145/1414471.1414506, Association for Computing Machinery, New York, S. 185–192, 2008.
- [WAI20] Web Accessibility Initiative: Web Accessibility Evaluation Tools List, 2020, URL: <https://www.w3.org/WAI/ER/tools/>, Stand: 07. 04. 2022.
- [WebAIM22] WebAIM (Web Accessibility In Mind): The WebAIM Million, letzter Zugriff: 7.4.2022, 2022, Stand: 31. 03. 2022.

Heterogenität

„Es ist kompliziert, alles inklusive Privatleben unter einen Hut zu bekommen“

Eine Studie zu Nutzen und Schaden von Arbeitsverhältnissen für das Informatikstudium

Timon Schell¹, Andreas Schwill¹

Abstract: Eine übliche Erzählung verknüpft lange Studienzeiten und hohe Abbrecherquoten im Informatikstudium zum einen mit der sehr gut bezahlten Nebentätigkeit von Studierenden in der Informatikbranche, die deutlich studienzeitverlängernd sei; zum anderen werde wegen des hohen Bedarfs an Informatikern ein formeller Studienabschluss von den Studierenden häufig als entbehrlich betrachtet und eine Karriere in der Informatikbranche ohne abgeschlossenes Studium begonnen. In dieser Studie, durchgeführt an der Universität Potsdam, untersuchen wir, wie viele Informatikstudierende neben dem Studium innerhalb und außerhalb der Informatikbranche arbeiten, welche Erwartungen sie neben der Bezahlung damit verbinden und wie sich die Tätigkeit auf ihr Studium und ihre spätere berufliche Perspektive auswirkt. Aus aktuellem Anlass interessieren uns auch die Auswirkungen der Covid-19-Pandemie auf die Arbeitstätigkeiten der Informatikstudierenden.

Keywords: Informatikstudium; Studienabbrecher; Studentenjobs; Studiendauer

1 Einleitung

Nur rund 40,3 % aller Studierenden schlossen 2016 das Bachelorstudium in der Regelstudienzeit ab, nach weiteren zwei Semestern gelang dies 81,1 % [SB18, S. 21], der Median der Studiendauer von Bachelor-Erstabsolventen in Deutschland im Prüfungsjahr 2016 betrug 7,0 Semester [SB18, S. 18]. In

¹ Beide Autoren: Universität Potsdam, Institut für Informatik, Karl-Liebknecht-Str. 24–25, 14476 Potsdam, timon.schell@uni-potsdam.de | schwill@cs.uni-potsdam.de

der Informatik wichen die Verhältnisse noch einmal deutlich nach unten ab: Die Studiendauer eines Bachelorstudiums Informatik betrug 2016 im Mittel an deutschen Universitäten 8,2 Semester [SB18, S. 19], und nur 33 % schafften es in der Regelstudienzeit, 71,4 % in der Regelstudienzeit plus 2 Semester [SB18, S. 21]. Im Masterstudium Informatik gelang das sogar nur noch 20,2 % bzw. 75,1 % [SB18, S. 21]. 44 % aller Informatikstudierenden brechen – Stand 2018 – das Studium vor dem Abschluss ab [HRS20, S. 5].

Eine übliches Erklärungsmuster gegenüber Universitätsleitungen, Ministerien oder Außenstehenden für die eher unvorteilhaften Zahlen bezieht studentische Arbeitstätigkeit und großartige Berufsaussichten ein:

- die verlängerte Studiendauer von Informatikstudierenden hänge mit der sehr gut bezahlten Nebentätigkeit von Studierenden in der Informatikbranche zusammen, die vom Studium ablenke und den Studienfortschritt bremse;
- die hohe Abbrecherquote sei auch eine Folge des hohen Bedarfs an Informatikern, so dass Studierende oft schon vor dem Abschluss attraktive Jobangebote in der Informatikbranche erhalten, einen formellen Studienabschluss dann als entbehrlich empfinden und die Hochschule vorzeitig verlassen.

Zumindest die erste Hypothese ist stark zu bezweifeln. Nach ausführlichen Workload-Analysen, die R. Schulmeister im Sommersemester 2015 mit 37 Probanden im Informatikstudiengang an der Universität Paderborn durchführte [Sc15], verrichtete die Mehrheit der Studierenden keine bezahlte Arbeit, nur wenige (21,6 %) übten gelegentlich oder einmalig einen Job für wenige Stunden aus, und nur 13,5 % haben über acht Stunden pro Woche gearbeitet [Sc15, S. 14]. Zudem stellte Metzger [Me13, S. 147] in einer allgemeineren fachübergreifenden Studie fest, dass nicht jeder, der viel jobbt, wenig Zeit in sein Studium investiert (die Korrelation zwischen Workload und der für Erwerbstätigkeit aufgewendeten Zeit war mit $-0,14$ gar negativ), und auch nicht jeder, der viel Zeit für Studium und Erwerbstätigkeit aufbringt, fühlt sich automatisch hoch belastet. Vielmehr scheinen die Einstellung zum Studium bzw. zum Job sowie die Motivation das subjektive Belastungsempfinden zu prägen.

In dieser Arbeit gehen wir diesen und weiteren Fragestellungen nach. Anhand einer Befragung erhoben wir die Studienplanungen arbeitender und nichtarbeitender Studierender im Bachelor- und Masterstudium Informatik, die

Arbeitsschwerpunkte innerhalb und außerhalb der Informatikbranche, die allgemeine Zufriedenheit mit der Tätigkeit sowie den erwarteten Beitrag der Jobs für Studium und späteren Beruf. Inwieweit die hohe Abbrecherquote auf attraktive Jobangebote vor Studienabschluss zurückzuführen ist, konnte in dieser Studie jedoch nicht geklärt werden, da die Universität Potsdam keine Nachverfolgung von Abbrechern betreibt.

Aus aktuellem Anlass waren wir auch interessiert zu erfahren, welchen Einfluss die Coronapandemie auf Jobs von Informatikstudierenden ausgeübt hat. Hier wurde in 2020 vielerorts u. a. berichtet, dass 40 % der Studierenden ihren Job verloren haben [Ra20] und dass sich die Zahl der Stellenangebote für Studierende im September 2020 gegenüber dem Vorjahr halbiert hat, während die Nachfragen um etwa 50 % gestiegen sind [He20; Wo20].

Im Sommersemester 2011 führten wir eine ähnliche Befragung am Institut für Informatik der Universität Potsdam mit 119 Teilnehmern durch [If11]. Wegen der damals noch verbreiteten Studiengänge Diplom und Magister sind nicht alle Ergebnisse vergleichbar. An den Stellen, an denen es geeignet und möglich erscheint, setzen wir die damaligen Ergebnisse zu den heutigen in Beziehung.

2 Forschungsfragen und Methodik

Ausgehend von diesen Vorüberlegungen formulierten wir folgende Forschungsfragen:

1. Welche Studiendauer planen Studierende im Bachelor- und Masterstudium Informatik und mit welchen Begründungen planen sie über die Regelstudienzeit hinausgehende Studiendauern? – Mit dieser Frage sollte geklärt werden, inwieweit die über die Regelstudienzeit hinausgehende Studienzeit auf persönlichen Entscheidungen der Studierenden beruht, die bereits zu Beginn oder im Laufe des Studiums getroffen werden. Solch eine Entscheidung sollte respektiert werden und kann nicht der Studiengangsorganisation angelastet werden. Zudem geben die Ergebnisse Hinweise darauf, ob Studierende mit oder ohne Nebentätigkeit unterschiedliche Studienplanungen verfolgen.
2. In welchen Branchen arbeiten Studierende? – Hier war für uns nur relevant, ob es sich um Tätigkeiten innerhalb oder außerhalb der Informatik-

branche handelt. Von Ersteren kann eine positive Rückwirkung auf das Informatikstudium und den Eintritt in die Arbeitswelt nach Hochschulabschluss angenommen werden.

3. Empfinden Studierende, dass das Arbeitsverhältnis ihr Studium und ihre späteren Berufsaussichten eher befördert oder behindert insbesondere durch Arbeit in der Informatikbranche, für das Studium selbst oder die spätere Berufstätigkeit Vorteile erzielt oder erwartet werden, spricht eigentlich nichts gegen eine studentische Nebentätigkeit, selbst wenn sich dadurch das Studium verlängert.
4. Wie zufrieden sind Studierende mit ihrem Arbeitsverhältnis? – Wir fragten nach der Entlohnung, sicher ein wesentliches Merkmal eines befriedigenden Studentenjobs, sowie nach der allgemeinen Zufriedenheit, die wir nicht in weitere Merkmale aufschlüsselten.
5. Welchen Einfluss hat die Coronapandemie auf studentische Arbeitsverhältnisse? – Angesichts der schon in Abschnitt 1 genannten Auswirkungen auf die Stellenangebote und -nachfragen von Studentenjobs und die Arbeitsverhältnisse selbst waren wir hier an den Wirkungen auf Informatikstudierende interessiert.

Die Umfrage (s. Anlage) wurde vom 08.12.2020 bis zum 15.01.2021 über das Befragungstool der Universität Potsdam unter survey.uni-potsdam.de zur Verfügung gestellt. Die Einladung zur Umfrage erfolgte über den Mailverteiler des Instituts für Informatik der Universität Potsdam und erging an die insgesamt 769 Studierenden aller deutschsprachigen Studiengänge des Instituts; das sind der Bachelorstudiengang Informatik/Computational Science, der Masterstudiengang Computational Science, die Lehramtsstudiengänge Informatik im Bachelor und Master sowie auslaufende Informatikstudiengänge.

3 Auswertung und Ergebnisse

Der Fragebogen wurde 139-mal aufgerufen. Wir erhielten davon $N = 98$ vollständige Rückläufe (12,7 %), davon 73 % von männlichen, 24 % von weiblichen Studierenden. 70 Studierende, davon 19 % weiblich, befanden sich in einem Bachelorstudiengang, 28 Studierende, davon 39 % weiblich, in einem Masterstudiengang. Die Verteilung der Teilnehmer über die Studiengänge zeigt Tabelle 1.

Tab. 1: Verteilung der Teilnehmer über Studiengänge ($N = 98$)

| Studiengang | absolut | anteilig |
|---|---------|----------|
| Bachelor Informatik/Computational Science | 56 | 57 % |
| Master Informatik/Computational Science | 24 | 24 % |
| Bachelor Lehramt Informatik | 14 | 14 % |
| Master Lehramt Informatik | 4 | 4 % |
| Andere | 0 | 0 % |

Zwei Befragte mit der Geschlechtsangabe „divers“ bzw. „andere“ werden in den folgenden Auswertungen dann nicht weiter berücksichtigt, wenn geschlechtsspezifische Aussagen getroffen werden.

31 der 70 Bachelorstudierenden (44,3 %) befanden sich im ersten Semester, 50 (71,4 %) in den ersten drei Semestern, von den 28 Masterstudierenden sind vier (14,3 %) im ersten Semester und neun (32,1 %) in den ersten drei Semestern. Das höchste angegebene Fachsemester stammte aus dem Bachelor und lag bei 15. Im Mittel befanden sich die Studierenden im Bachelor im Semester 3,3 und im Master im Semester 5,6.

3.1 Studienplanung

Bachelor

Etwa ein Drittel der Studierenden (36 %) plant, das Bachelorstudium in Regelstudienzeit von sechs Semestern abzuschließen. Im Mittel planen die 70 Bachelorstudierenden 7,6 Semester für das Bachelorstudium ein, also 1,6 Semester oberhalb der Regelstudienzeit (Tabelle 2). Dies entspricht recht genau der mittleren Studiendauer von 7,4 Semestern im Bachelorstudium Informatik bundesweit [ISA19].

Interessant ist hier ein Vergleich der Planungen arbeitender und nicht-arbeitender Studierender: Erstere planen im Mittel 8,3 Semester, letztere 7,2 Semester bis zum Abschluss des Bachelorstudiums ein.

Tab. 2: Geplante Semester bis zum Bachelor- ($N = 70$) bzw. Masterabschluss ($N = 87$) (Angaben im Master bereinigt um Fälle mit Angabe „0“ und „30“ Semester)

| Abschluss geplant im ... | Bachelor absolut | Bachelor in % | Master absolut | Master in % |
|---------------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|
| 3. Semester | 0 | 0 % | 3 | 3 % |
| 4. Semester | 1 | 1 % | 43 | 49 % |
| 5. Semester | 0 | 0 % | 11 | 13 % |
| 6. Semester | 25 | 36 % | 17 | 20 % |
| 7. Semester | 13 | 19 % | 1 | 1 % |
| 8. Semester | 18 | 26 % | 8 | 9 % |
| 9. Semester | 3 | 4 % | 2 | 2 % |
| ≥10. Semester | 10 | 14 % | 2 | 2 % |
| Mittelwert | 7,6 | – | 5,1 | – |

Master

Fast die Hälfte der Studierenden (49 %) plant, das Masterstudium in Regelstudienzeit von vier Semestern zu beenden. Drei Studierende beabsichtigen sogar, das Studium vorzeitig abzuschließen. Im Mittel werden 5,1 Semester für das Masterstudium eingeplant, also 1,1 Semester über der Regelstudienzeit (Tabelle 2). Zehn Teilnehmer gaben an, null geplante Mastersemester zu benötigen, was wir als Absicht interpretieren, nach dem Bachelorstudium nicht weiter studieren zu wollen. In einem Fall wurde die Eingabe von 30 Semestern als Fehleingabe gewertet und aus der Auswertung gestrichen.

Auch im Masterstudium weichen die Planungen arbeitender und nicht-arbeitender Studierender voneinander ab: Arbeitende Studierende planen im Mittel 5,7 Semester, nicht arbeitende 4,8 Semester bis zum Abschluss des Masterstudiums ein. Wie im Bachelor unterscheiden sich die Planungen der Studiendauer beider Gruppen also um etwa ein Semester. Bachelor- und Masterstudium zusammen sorgen dann insgesamt für ein um etwa zwei Semester verlängertes Studium von arbeitenden gegenüber nicht arbeitenden Studierenden, eine durchaus akzeptable Verlängerung des Studiums, insbesondere wenn im Rahmen der Arbeitstätigkeit, speziell in der Informatikbranche, zusätzliche Qualifikationen erworben werden.

Die Aussagekraft der Angaben zum Masterstudium ist insoweit beschränkt, als sie auch von Studierenden in einem (oft „verschulden“) Bachelorstudium stammen, die möglicherweise noch keine realistischen Aussagen über den Arbeitsaufwand in einem (forschungsorientierten) Masterstudium treffen können.

Angestrebte Leistungspunkte

Zur Absicherung der Ergebnisse aus der Studienplanung fragten wir auch nach der im Wintersemester 2020/2021 angestrebten Zahl von Leistungspunkten (LP). Abweichungen von der Planzahl 30 LP lassen ebenfalls Rückschlüsse auf die Studienintensität zu.

Knapp die Hälfte der Studierenden (48 %, 2011: 52 %) strebt die vorgesehene Anzahl an LP oder mehr an (Tabelle 3). Im Mittel versuchen die Teilnehmer, 24,7 LP (2011: 18,1 SWS = 27,2 LP) zu erzielen. Zugleich erkennt man eine recht große Spannweite von 5 bis 51 LP in den Planungen. Ein Fall, der Null zu erzielende Leistungspunkte angab und sich am Ende des Studiums befindet, wurde aus der Analyse entfernt.

Tab. 3: Angestrebte Leistungspunkte im WS 2020/2021 ($N = 97$)

| LP | 5 | 6 | 8 | 12 | 14 | 18 | 21 | 22 | 24 | 27 | 28 | 30 | 32 | 33 | 36 | 48 | 51 |
|-------|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Fälle | 1 | 3 | 2 | 7 | 1 | 14 | 3 | 1 | 16 | 1 | 1 | 36 | 1 | 4 | 4 | 1 | 1 |

Vergleicht man auch hier wieder die angestrebten Leistungspunkte bei arbeitenden (23 LP) und nicht arbeitenden Studierenden (26 LP), so erkennt man im Mittel eine Differenz von drei LP. Schreibt man diese Angabe für das aktuelle Semester auf das gesamte Studium fort, so kumuliert sich bis zum Ende der Regelstudienzeit bei arbeitenden Studierenden ein Defizit von etwa 20 LP im Bachelor und weiteren 12 LP im Master, das in jeweils einem weiteren Semester aufgeholt werden muss. Diese Tatsache steht im Einklang mit den Aussagen zur Studienplanung der Studierenden im vorherigen Abschnitt.

Gefragt nach den Gründen für eine angestrebte LP-Anzahl unterhalb der „Marschzahl“ 30 LP, antworteten die Teilnehmer in unterschiedlicher Weise (Tabelle 4).

Neben dem Studium zu arbeiten gaben 41 % der Studierenden als Grund an (2011: 32 %). Sich nur einen losen Zeitplan für das Studium vorzugeben und daher weniger als 30 LP studieren zu wollen, trifft nur auf 16 % (2011: 15 %) der

Studierenden zu. Insgesamt wird das Studium also von keinem Ereignis so stark verzögert wie von einem Studentenjob, dem man nachgeht. Bereits am Ende des Studiums befinden sich 19 % der Teilnehmer, die nur noch wenige Module (deutlich unter 30 LP) absolvieren müssen; diese Studierenden studieren also nicht absichtlich mit reduziertem Umfang.

Tab. 4: Begründungen für reduzierte Studienintensität im WS 2020/2021 ($N = 98$)

| Gründe (Mehrfachantworten möglich) | absolut | anteilig |
|--|----------------|-----------------|
| Weil ich neben dem Studium arbeite. | 40 | 41 % |
| Weil ich mir keinen festen Zeitrahmen für mein Studium gesetzt habe und die Studienzeit frei gestalten möchte. | 16 | 16 % |
| Weil ich aus gesundheitlichen Gründen nicht mehr bewältigen kann. | 11 | 11 % |
| Weil es aufgrund von Terminkollisionen nicht anders möglich war. | 9 | 9 % |
| Weil ich Familienangehörige versorge. | 3 | 3 % |
| Sonstiges | 14 | 14 % |

Bei dieser Frage gab es auch die Möglichkeit zu Freitextantworten. Die Analyse der insgesamt 14 Freitexte ergab, dass einige Studierende für ein Modul sehr viel Aufwand betreiben und daher nicht alle vorgesehenen Module belegen können, dass einige sich am Ende des Studiums befinden und weniger Module belegen müssen, dass für einige Arbeit und Freizeit Vorrang haben und dass die Coronapandemie und Stress dazu beigetragen haben, die Studienintensität zu reduzieren.

3.2 Studium und Arbeit

Studentenjobs und Branche

40 Teilnehmer bzw. ca. 41 % der Befragten gaben an, neben dem Studium erwerbstätig zu sein, im Bachelor ist es etwa ein Drittel der Befragten (36 %), im Master mehr als die Hälfte (54 %). Von den Erwerbstätigen besitzen ca. 65 % mindestens einen Job in der Informatikbranche. Die folgenden Aussagen beziehen sich nur auf diese 40 arbeitenden Studierenden unter den Befragten.

Die Ergebnisse zur sehr geringen Arbeitstätigkeit Informatikstudierender aus der Studie von Schulmeister an der Universität Paderborn [Sc15] können wir nicht bestätigen. Die sehr große Diskrepanz der Ergebnisse beider Studien bedarf aber einer Aufklärung. Besitzen unsere und Schulmeisters Studie ein Ungleichgewicht in die eine oder andere Richtung? Wurden etwa durch unsere Studie mit dem Titel „Umfrage zur Arbeitstätigkeit“, die sich speziell auf den Arbeitsmarkt bezog, besonders die arbeitenden Informatikstudierenden angesprochen? Haben sich für die Studie von Schulmeister vor allem nicht arbeitende Studierende gemeldet, weil sie die mit der Teilnahme verbundenen Aufgaben eher bewältigen zu können glaubten als arbeitende Studierende?

Studierende nehmen offenbar nicht erst in einem späteren Abschnitt ihres Studiums eine Arbeitstätigkeit auf, denn 28 % der arbeitenden Studierenden befinden sich erst im ersten Semester.

Beim Übergang vom Bachelor zum Master verdoppelt sich in etwa der Anteil derjenigen, die in der Informatikbranche arbeiten, von 45 % auf 87 %. Möglicherweise suchen Studierende im Master mit Blick auf ihre zukünftige Berufsperspektive bevorzugt nach Jobs in der Informatikbranche; zugleich genügt Arbeitgebern der Bachelorabschluss offenbar vielfach als Einstellungsqualifikation.

Vier Befragte im Bachelor gaben an, sowohl außerhalb als auch innerhalb der Informatikbranche zu arbeiten. Dieser Sachverhalt kommt bei Masterstudierenden nicht vor. Interessanterweise gaben diese vier Fälle zu einer späteren Frage an, eher unzufrieden mit der aktuellen Entlohnung zu sein (Mittelwert 3,5 auf der Notenskala 1 bis 6). Möglicherweise ist die Mehrfachbeschäftigung gerade diesen finanziellen Engpässen geschuldet.

Gegenüber der Studie aus dem Sommersemester 2011 [IfI11] hat sich die Arbeitsintensität der Studierenden deutlich erhöht, zugleich ist sie informatikspezifischer geworden. Damals gingen nur etwa 32 % der 119 Befragten neben dem Studium einer Arbeit nach. Das bedeutet einen Anstieg von fast 10 % bis 2020. Dabei steigen sowohl der Anteil der Studierenden, welche in der Informatikbranche tätig sind, von 20 % auf 27 %, als auch der Anteil der außerhalb der Informatik Tätigen von 15 % auf 18 %. Von den erwerbstätigen Studierenden arbeiteten damals 63 % in der Informatikbranche und damit ziemlich genauso viele wie heute. Es scheint also besonders im Informatikbereich mehr Unternehmen zu geben, die Studierende einstellen, allerdings können auch saisonale Unterschiede zwischen Sommer- und Wintersemester eine Rolle spielen.

Arbeitszufriedenheit

Zu diesem Thema wurden drei Items abgefragt, die wir hier nacheinander analysieren. Die Bewertung erfolgte nach Schulnoten.

Auf die Frage „Glauben Sie, dass Ihre derzeitige Tätigkeit nach dem Studienabschluss für die Berufstätigkeit nützlich ist?“ urteilten 40 % der Fälle, dass ihre aktuelle Tätigkeit sehr vorteilhaft für die Berufstätigkeit nach Studienabschluss ist (Tab. 5). In 2011 waren es etwa 37 %. Im Mittel wurde die Note 2,3 (2011: 2,8) vergeben. Ein Vergleich nach Gruppen (Tab. 6) zeigt ein ähnliches Bild. Hierbei sticht hervor, dass Frauen den Einfluss der aktuellen Tätigkeit von allen Gruppen am besten und im Mittel um eine Note besser einschätzen als Männer. Studierende, die in der Informatikbranche arbeiten, beurteilen erwartungsgemäß den Einfluss der aktuellen Tätigkeit auf die zukünftige Tätigkeit nach Studienabschluss im Mittel um eine Note besser als Studierende außerhalb der Informatik. 2011 war hier der Unterschied noch deutlicher, denn die Nützlichkeit eines Jobs außerhalb der Informatikbranche erhielt damals im Mittel nur die Note 4,4. Da, wie im vorherigen Abschnitt gezeigt, anteilig viel mehr Masterstudierende in der Informatikbranche arbeiten, schneidet deren Arbeitszufriedenheit auch fast eine Note besser ab als bei Bachelorstudierenden.

Tab. 5: Nützlichkeit des Studentenjobs für die spätere Berufstätigkeit ($N = 40$)

| Note | absolut | anteilig |
|----------------|---------|----------|
| 1 = sehr stark | 16 | 40 % |
| 2 | 11 | 28 % |
| 3 | 5 | 13 % |
| 4 | 3 | 8 % |
| 5 | 4 | 10 % |
| 6 = gar nicht | 1 | 3 % |
| Mittelwert | 2,3 | – |

Im zweiten Item fragten wir: „Wie gut wird die Arbeit neben dem Studium entlohnt?“ 78 % der Fälle empfinden die aktuelle Entlohnung als eher positiv (Noten 1 bis 3). In einem Drittel der Fälle wurde die aktuelle Entlohnung als gut bewertet, 20 % hielten sie für sehr gut. Im Mittel wurde die Entlohnung mit der Note 2,6 bewertet. Interessanterweise zeigt der Vergleich nach Gruppen nur

Tab. 6: Nützlichkeit der Berufstätigkeit für verschiedene Gruppen (Notenskala 1–6)

| Kriterium | Schulnote | Schulnote | Kriterium |
|-----------------------------|------------------|------------------|------------------------------------|
| weiblich | 1,5 | 2,5 | männlich |
| Arbeit in Informatikbranche | 1,8 | 2,8 | Arbeit außerhalb Informatikbranche |
| Bachelor | 2,6 | 1,7 | Master |
| Lehramt | 2,7 | 2,2 | Informatik//CS |

leichte Unterschiede: Studierende, die innerhalb der Informatikbranche arbeiten, fühlen sich nicht besser entlohnt als ihre Kommilitonen, die außerhalb arbeiten.

Das dritte Item lautete: „Welche Höhe der Entlohnung erwarten Sie nach dem erfolgreichen Studienabschluss?“ Hier sind die Erwartungen sehr einheitlich: 90 % aller Fälle erwarten eine sehr gute oder gute Entlohnung und der Mittelwert der Notenskala 1 bis 6 liegt bei 1,7. In einzelnen Teilgruppen von Studierenden erkennt man nur marginale Unterschiede (Tabelle 7). Die einzige Gruppe, die hier etwas heraussticht, sind die Studierenden des Lehramts, welche mit Note 2,1 die zukünftige Bezahlung etwas schlechter sehen, als die Gruppe der Informatikstudierenden, eine sicher realistische Einschätzung angesichts der Diskussionen um Gehälter, Besoldung und Verbeamtung.

Tab. 7: Erwartete Bezahlung nach Studienabschluss für verschiedene Gruppen (Notenskala 1–6)

| Kriterium | Schulnote | Schulnote | Kriterium |
|-----------------------------|------------------|------------------|------------------------------------|
| weiblich | 1,6 | 1,7 | männlich |
| Arbeit in Informatikbranche | 1,7 | 1,7 | Arbeit außerhalb Informatikbranche |
| Bachelor | 1,7 | 1,6 | Master |
| Lehramt | 2,1 | 1,5 | Informatik//CS |

Insgesamt überwiegen bei allen drei Items die positiven oder neutralen Antworten. Es zeigt sich deutlich, dass zwei Drittel der Befragten annehmen, die aktuelle Tätigkeit wäre günstig für die zukünftige Berufstätigkeit. Die Hälfte der Fälle findet die aktuelle Bezahlung gut, und 90 % erwarten eine gute Entlohnung nach Studienabschluss.

3.3 Studentenjobs in Zeiten der Coronapandemie

„Hat die Covid-19-Pandemie etwas an Ihrem Arbeitsverhältnis geändert?“ fragten wir die Teilnehmer. Die uns sehr überraschenden Ergebnisse zeigt Tabelle 8.

Tab. 8: Auswirkungen der Coronapandemie auf die studentische Arbeitstätigkeit ($N = 40$)

| Ereignis infolge der Coronapandemie | absolut | anteilig |
|--|---------|----------|
| Nein. | 32 | 80 % |
| Ich arbeite nun mehr Stunden als zuvor. | 7 | 18 % |
| Ich habe die Arbeitsstelle gewechselt und bin weiterhin außerhalb der Informatikbranche tätig. | 2 | 5 % |
| Ich arbeite nun weniger Stunden als zuvor. | 1 | 3 % |
| Ich habe die Arbeitsstelle gewechselt und bin weiterhin im informatikbezogenen Bereich tätig. | 0 | 0 % |
| Ich habe die Arbeitsstelle gewechselt und arbeite nun in einem informatikbezogenen Beruf. | 0 | 0 % |
| Ich habe die Arbeitsstelle gewechselt und arbeite nun außerhalb der Informatikbranche. | 0 | 0 % |
| Ich habe meine Arbeitsstelle verloren. | 0 | 0 % |

Wider alle Erwartungen scheint Covid-19 kaum Einfluss auf die Arbeitsverhältnisse der Studierenden ausgeübt zu haben. 80 % der Fälle gaben an, dass die Pandemie in dieser Hinsicht keine Änderungen mit sich gebracht hat. 18 % der Fälle äußerten sogar, nun mehr Stunden zu arbeiten als vorher. Zwei Studierende haben ein Arbeitsverhältnis außerhalb der Informatikbranche gegen ein anderes getauscht und nur in einem Fall wurden die Stunden reduziert. Tatsächlich war eher zu vermuten, dass Studierende ihre Arbeit verloren haben, denn zumeist können studentische Arbeitsverhältnisse in einer wirtschaftlichen Notlage am einfachsten beendet werden. Andererseits hat sich die Informatikbranche, die sich leichter als andere Branchen auf das Homeoffice umstellen lässt und sich auch gegenüber anderen Einflüssen in der Regel robuster darstellt, die Einschränkungen der Pandemie offenbar besser bewältigt, so dass die Arbeitsverhältnisse der Studierenden praktisch nicht beeinflusst wurden. Die geringen Veränderungen bei den Arbeitszeiten und die zwei Beschäftigungsänderungen könnten auch bei normalen wirtschaftlichen Verhältnissen vorkommen.

3.4 Freitextantworten zum Verhältnis von Studium und Arbeit

In der letzten Frage „Haben Sie Anmerkungen in Bezug auf die Verbindung zwischen Studium und Arbeit?“ konnten die Teilnehmer etwaige Sachlagen, welche in den vorherigen Fragen nicht beleuchtet wurden, frei äußern. Hierbei kristallisierten sich einige Prioritäten der arbeitenden Studierenden heraus. Einige Studierende benötigen die Arbeit zwingend zur Finanzierung ihres Lebensunterhalts und ordnen daher dem Studium eine geringere Priorität zu. Damit einher geht die Problematik, Arbeit und Studium zu koordinieren, und der Wunsch nach mehr Flexibilität. Hier wurde mehrfach die Distanzlehre seit Beginn der Coronapandemie positiv hervorgehoben, die es nun oft erlaubt, Studium und Arbeit im Homeoffice zu erledigen, verbunden mit der Anregung, diese Lehrform auch in Zukunft optional anzubieten.

4 Zusammenfassung

Informatikstudierende planen ihr Studium weit überwiegend relativ straff und gestehen sich für den Bachelor und den Master nur jeweils etwa eineinhalb Semester zusätzlich zu. Studierende, die sich keinen festen Zeitrahmen gesetzt haben, bilden nur eine geringe Minderheit. Arbeitende Studierende erwarten dabei, etwa ein Semester länger zu studieren als nicht-arbeitende. Informatikfachbereiche hätten es in der Hand, diesen Studierenden mit einer gewissen Anrechnung geeigneter Nebentätigkeiten durch Leistungspunkte entgegen zu kommen, um die Studienzeiterverlängerung etwas zu kompensieren. Möglich wäre z. B. die Anrechnung im Rahmen von Schlüsselkompetenzen, zumal die Nebentätigkeit von den Studierenden als förderlich für Studium und Beruf angesehen wird und viele Schlüsselkompetenzen, die in den Verzeichnissen der Universitäten gelistet sind, kaum einen höheren Bildungswert besitzen.

Die Zahl der Studierenden mit Nebenjobs hat im Vergleich zur Umfrage vom Sommersemester 2011 [If11] zugenommen. Gut ein Drittel der Bachelorstudierenden und mehr als die Hälfte der Masterstudierenden arbeiten nun neben dem Studium, dabei verschiebt sich der Anteil der Jobs in der Informatikbranche im Bachelorstudium von knapp 50 % auf knapp 90 % im Masterstudium. Masterstudierende sind also fast doppelt so häufig in der Informatikbranche beschäftigt wie ihre Kommilitonen im Bachelor. Das erscheint naheliegend, da sie aufgrund ihres akademischen Werdegangs bereits einige Fähigkeiten erworben haben, welche

für Unternehmen interessant sein könnten. Der überwiegende Teil der Studierenden beurteilt seinen Nebenjob als nützlich für die spätere Berufstätigkeit, das gilt noch mehr für diejenigen, die in der Informatikbranche arbeiten. In der Studie von 2011 war das noch ganz anders; als Nebenjobs außerhalb der Informatikbranche mit einer Note von 4,4 kaum noch als förderlich angesehen wurden.

Mit ihrer Entlohnung sind die Studierenden allgemein zufrieden, wobei hier kaum ein Unterschied zwischen der Informatikbranche und der übrigen Arbeitswelt erkennbar ist. Möglicherweise hat die Gesetzgebung zum Mindestlohn inzwischen dafür gesorgt, dass einfache Arbeiten ähnlich gut bezahlt werden wie höherwertige Jobs in der Informatikbranche.

Covid-19 scheint auf die Arbeitsverhältnisse der Studierenden kaum Einfluss gehabt zu haben. Bis auf wenige Verschiebungen bei der Anzahl der Arbeitsstunden ist hier nichts Auffälliges festzustellen.

Fernlehre in Coronazeiten kommt einigen arbeitenden Studierenden entgegen und ermuntert sie z. T., mehr Leistungspunkte zu absolvieren, weil sich Studium und Arbeit besser organisieren lassen. Hier wäre allgemein interessant zu untersuchen, ob durch die Fernlehre Studierende ihr Studium schneller absolvieren und welche Einflüsse das ggf. auf ihre Ergebnisse hat. Wird die Arbeit neben dem Studium durch Fernlehre begünstigt? Ist Fernlehre für einige Studierende überhaupt erst der Grund, eine Nebenbeschäftigung aufzunehmen? Bei der Rückkehr zur traditionellen Studienorganisation nach der Coronapandemie sollte die Situation arbeitender Studierender jedenfalls sorgfältig mitbedacht werden.

Im Lichte der sehr großen Differenzen bei den Anteilen arbeitender Informatikstudierender, die in dieser und in der Studie von Schulmeister [Sc15] ermittelt wurden, ist dringend Aufklärung geboten, wie sich die Arbeitstätigkeit von Informatikstudierenden überregional verhält.

Nach wie vor ungeklärt ist, in welchem Umfang der Studienabbruch in Informatik auf attraktive Jobangebote aus der Informatikbranche zurückzuführen ist. Mangels intensiver Nachverfolgung von Abbrechern (und auch von Absolventen), die z. T. aus datenschutzrechtlichen Gründen auch gar nicht möglich ist, bleiben entsprechende Erzählungen weiterhin spekulativ.

Abschließend sei zudem noch einmal erwähnt, dass sich alle Aussagen auf einen einzigen Informatikstandort beziehen und auch wegen der relativ geringen Teilnehmerzahl an der Befragung nur beschränkt übertragbar oder verallgemeinerbar sind. Eine Weiterführung der Untersuchung auf breiterer Basis ist für das Verständnis von Studienzeiten in Informatikstudiengängen dringend erforderlich.

Literaturverzeichnis

- [He20] Hering, A.: Studi-Jobs und Praktika: Student:innen als große Verlierer:innen der Corona-Krise, 22. Okt. 2020, URL: <https://www.hiringlab.org/de/blog/2020/10/22/corona-krise-studenten/>, Stand: 13. 03. 2022.
- [HRS20] Heublein, U.; Richter, J.; Schmelzer, R.: Die Entwicklung der Studienabbruchquoten in Deutschland (DZHW Brief 3-2020), Hannover, 2020.
- [IfI11] Institut für Informatik: Umfrage zum Teilzeitstudium (unveröffentlichtes Manuskript), Potsdam, 2011.
- [ISA19] Universität Duisburg-Essen: Informationssystem Studienwahl & Arbeitsmarkt, 2019, URL: https://www.uni-due.de/isa/fg_naturwiss/informatik/informatik_hs_frm.htm, Stand: 13. 03. 2022.
- [Me13] Metzger, C.: Zeitbudgets zur Untersuchung studentischer Workload als Baustein der Qualitätsentwicklung. Zeitschrift für Hochschulentwicklung (ZFHE) 8/2, S. 138–156, 2013, URL: <https://zfhe.at/index.php/zfhe/article/view/503>, Stand: 13. 03. 2022.
- [Ra20] Rahaus, H.: Weniger Kontakte, kaum Jobs: Die Corona-Kluft bei Studierenden. Frankfurter Allgemeine Zeitung (Onlineausgabe), 28. Dez. 2020, URL: <https://www.faz.net/aktuell/karriere-hochschule/hoersaal/die-corona-kluft-bei-studenten-weniger-kontakte-und-kaum-jobs-17115763.html>, Stand: 13. 03. 2022.
- [SB18] Statistisches Bundesamt: Hochschulen auf einen Blick (Ausgabe 2018), URL: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bildung-Forschung-Kultur/Hochschulen/Publikationen/Downloads-Hochschulen/broschuere-hochschulen-blick-0110010187004.pdf>, Stand: 13. 03. 2022.
- [Sc15] Schulmeister, R.: Ergebnisse einer Zeitbudget-Erhebung im Fach Informatik der Universität Paderborn, Paderborn, 2015, URL: https://cs.uni-paderborn.de/fileadmin/informatik/Studium/Studienelemente/Zeitbudget-Studie/Abschlussbericht_Schulmeister.pdf, Stand: 13. 03. 2022.

- [Wo20] Wolter, U.: Wegen Corona-Krise nur halb so viele Studentenjobs wie viele Studentenjobs wie 2019. Personalwirtschaft (Onlineausgabe), 27. Okt. 2020, URL: <https://www.personalwirtschaft.de/recruiting/artikel/wegen-corona-krise-bricht-jobangebot-fuer-studenten-ein.html>, Stand: 13. 03. 2022.

Anlage: Fragebogen

Stand: 2021-03-12 13:49:40

Umfrage zur Arbeitstätigkeit von Informatikstudenten der UP

Herzlich Willkommen!

Bedingung: -

neue Seite

Pflichtangabe: nein

Allgemeine Informationen

Das Institut für Informatik weiß um das Verhalten vieler Studierender, neben dem Studium zum Teil in größerem Umfang einer bezahlten Tätigkeit nachzugehen, ein Praktikum zu absolvieren oder Auszeiten für Mutterschaft, Urlaub o.ä. zu nehmen. Für diese Studierenden wäre evtl. der Wechsel in einen Teilzeitstudiengang geeignet. Wir möchten uns mit diesem Fragebogen einen Überblick verschaffen, wie viele Studierende de facto in diesem WS2020 keinem Vollzeitstudium nachgehen und wofür sie die gewonnene freie Zeit verwenden.

Sie können an diesem Fragebogen nur teilnehmen, wenn Sie in einem Studiengang des Instituts für Informatik eingeschrieben sind.

Die Beantwortung des Fragebogens nimmt **höchstens 5 Minuten** in Anspruch. Anhand der Allgemeinheit der Fragen können Sie erkennen, dass wir keine personenbezogenen Daten erheben.

Vielen Dank für Ihre Mitwirkung.

Prof. Dr. Andreas Schwill, Institut für Informatik

Bedingung: -

neue Seite

Pflichtangabe: ja

2. Bitte geben Sie Ihren Studiengang im WS2020 an.

Frage muss beantwortet werden

v2, numerisch, nominal, 8

Bachelor 1

Master 2

Bedingung: -

neue Seite

Pflichtangabe: ja

3. Bitte geben Sie Ihr Studienfach an.

Frage muss beantwortet werden

v3, numerisch, nominal, 8

Informatik / Computational Science 1

Lehramt Informatik 3

Anderes 4

Bei dieser Frage geht es nur um Kurse welche Sie so intensiv absolvieren, dass Sie die Prüfung ablegen werden. Es zählen Veranstaltungen an der Uni Potsdam und an anderen Einrichtungen. Veranstaltungen, die nur sporadisch oder aus Interesse besucht werden, ohne den festen Willen LP zu erwerben, zählen hierbei nicht.

Bedingung: v2=1

neue Seite

Pflichtangabe: ja

4. Wie viele Semester planen Sie insgesamt für Ihr Bachelorstudium ein?

Frage muss beantwortet werden

Geben Sie bitte die Zahl ein.

v4, numerisch, metrisch, 1024

Bei dieser Frage geht es nur um Kurse welche Sie so intensiv absolvieren, dass Sie die Prüfung ablegen werden. Es zählen Veranstaltungen an der Uni Potsdam und an anderen Einrichtungen. Veranstaltungen, die nur sporadisch oder aus Interesse besucht werden, ohne den festen Willen LP zu erwerben, zählen hierbei nicht.

Bedingung: -

neue Seite

Pflichtangabe: ja

5. Wie viele Semester planen Sie insgesamt für Ihr Masterstudium ein?

Frage muss beantwortet werden

Geben Sie bitte die Zahl ein.

v5, numerisch, metrisch, 1024

Bedingung: - neue Seite Pflichtangabe: ja

6. In welchem Fachsemester befinden Sie sich? Frage muss beantwortet werden

v5_numerisch, metrisch, 1024

Bedingung: - neue Seite Pflichtangabe: ja

7. Bitte geben Sie ihr Geschlecht an. Frage muss beantwortet werden

v7_numerisch, nominal, 8

Weiblich 1

Männlich 2

Divers 3

Other 4

Bei dieser Frage geht es nur um Kurse welche Sie so intensiv absolvieren, dass Sie die Prüfung ablegen werden. Es zählen Veranstaltungen an der Uni Potsdam und an anderen Einrichtungen. Veranstaltungen, die nur sporadisch oder aus Interesse besucht werden, ohne den festen Willen LP zu erwerben, zählen hierbei nicht.

Bedingung: - neue Seite Pflichtangabe: ja

8. Wie viele Leistungspunkte (LP) beabsichtigen Sie in diesem Semester (WS2020) zu erzielen? Frage muss beantwortet werden

Geben Sie bitte die Zahl ein.

v8_numerisch, metrisch, 1024

Bedingung: - neue Seite Pflichtangabe: ja

10. Warum versuchen Sie im aktuellen Semester (WS2020) nicht mehr LP zu erzielen? Frage muss beantwortet werden

Mehrfachnennungen sind möglich.

Weil ich die von der Prüfungsordnung vorgesehene Anzahl an LP bereits anstrebe. 1, v10_1, numerisch, nominal, 3

Weil mein Studium fast beendet ist und ich in diesem Semester nicht mehr so viele Veranstaltungen besuchen muss. 1, v10_4, numerisch, nominal, 3

Weil ich mir keinen festen Zeitrahmen für mein Studium gesetzt habe und die Studienzzeit frei gestalten möchte. 1, v10_6, numerisch, nominal, 3

Weil ich aus gesundheitlichen Gründen nicht mehr bewältigen kann. 1, v10_3, numerisch, nominal, 3

Weil ich neben dem Studium arbeite. 1, v10_2, numerisch, nominal, 3

Weil es aufgrund von Terminkollisionen nicht anders möglich war. 1, v10_7, numerisch, nominal, 3

Weil ich Familienangehörige versorge. 1, v10_5, numerisch, nominal, 3

Sonstiges: 1, v10_open, Text, nominal, 255

Bedingung: v10_2=1 neue Seite Pflichtangabe: ja

11. Geben Sie bitte an, in welchem Bereich Sie arbeiten. Frage muss beantwortet werden

Beide Varianten sind möglich, wenn Sie mehrere Arbeitsstellen haben.

Ich arbeite in einem informatik-bezogenen Beruf. 1, v11_1, numerisch, nominal, 3

Ich arbeite außerhalb der Informatikbranche. 1, v11_2, numerisch, nominal, 3

Vielen Dank! neue Seite Pflichtangabe: ja

12. Tätigkeitszufriedenheit Frage muss beantwortet werden

Geben Sie Schulnoten von 1 bis 6.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | Sehr stark / Sehr gut | | | | | Gar nicht / Sehr schlecht |
| 1. Glauben Sie, dass Ihre derzeitige Tätigkeit, nach Studienabschluss für die Berufstätigkeit nützlich ist? <small>v12_1, numerisch, ordinal, 3</small> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 2. Wie gut wird die Arbeit neben dem Studium entlohnt? <small>v12_2, numerisch, ordinal, 3</small> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 3. Welche Höhe der Entlohnung erwarten Sie nach einem erfolgreichen Studienabschluss? <small>v12_3, numerisch, ordinal, 3</small> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Bedingung: v10_2=1 neue Seite Pflichtangabe: ja

13. Hat die Covid-19 Pandemie etwas an Ihrem Arbeitsverhältnis geändert? Frage muss beantwortet werden

Mehrfachnennungen sind möglich.

Nein. 1, v13_1, numerisch, nominal, 3, exklusiv

Ich habe die Arbeitsstelle gewechselt und bin weiterhin im informatikbezogenen Bereich tätig. 1, v13_2, numerisch, nominal, 3

Ich habe die Arbeitsstelle gewechselt und bin weiterhin außerhalb der Informatikbranche tätig. 1, v13_3, numerisch, nominal, 3

Ich habe die Arbeitsstelle gewechselt und arbeite nun in einem informatikbezogenen Beruf. 1, v13_4, numerisch, nominal, 3

Ich habe die Arbeitsstelle gewechselt und arbeite nun außerhalb der Informatikbranche. 1, v13_5, numerisch, nominal, 3

Ich habe meine Arbeitsstelle verloren. 1, v_acts5504, numerisch, nominal, 3

Ich arbeite nun mehr Stunden als zuvor. 1, v13_6, numerisch, nominal, 3

Ich arbeite nun weniger Stunden als zuvor. 1, v13_7, numerisch, nominal, 3

Bedingung: v10_2=1 neue Seite Pflichtangabe: nein

14. Haben Sie Anmerkungen im Bezug auf die Verbindung zwischen Studium und Arbeit?

Keine Angabe notwendig.

v14, Text, nominal, 1024

Bedingung: - neue Seite Pflichtangabe: nein

15. Sie haben die Umfrage abgeschlossen. Wir danken Ihnen für Ihre Unterstützung.

Fragebogen absenden

Vorqualifikationen und Anerkennungsoptionen im Informatikstudium¹

Carsten Thorbrügge², Jörg Desel², Len Ole Schäfer³

Abstract: Viele Informatikstudierende sammeln bereits vor ihrem Studium berufliche Erfahrungen im Informatikbereich, ohne dass diese inhaltlich und didaktisch im Studium berücksichtigt werden. Dieser Beitrag geht der Frage nach, welche Kompetenzen aus beruflichen Vorqualifikationen bei Informatikstudierenden existieren und wie diese in Bezug zu Anerkennungsoptionen gesetzt werden können. Betrachtet werden: die pauschale Anerkennung, die auf erworbenen Zertifikaten beruht; die individuelle Anerkennung, bei der individuell erworbene Kompetenzen nachgewiesen werden; die Adaption von individuellen Lernwegen, die Teilkompetenzen der Studierenden berücksichtigt. Es wird eine Interviewstudie vorgestellt, in der Kompetenzen für ein Sample von Informatikstudierenden mit Vorqualifikation als Fachinformatiker/in erhoben und eine Zuordnung zu den Anerkennungsoptionen vorgenommen wurde. Für die präzisere Gestaltung von Anerkennungsprozessen und zur kritischen Reflexion der eingesetzten hochschuldidaktischen Konzepte wurde eine empirische Basis geschaffen. Die vorhandenen Konzepte richten sich traditionell an Abiturienten/innen mit sehr geringem Informatikhintergrund und berücksichtigen die tatsächlich existierende Heterogenität der Studienanfänger/innen nicht angemessen. Die Ergebnisse zeigen, dass die Befragten aus ihrer Vorqualifikation relevante fachliche Kompetenzen mitbringen, die mit den Anerkennungsoptionen korrespondieren und deren Weiterentwicklung dienen können. Darüber hinaus werden aus überfachlichen Kompetenzen wie Selbststeuerungskompetenzen weitere Erkenntnisse zur Studiengestaltung gewonnen.

1 Diese Veröffentlichung wurde durch CATALPA – Center of Advanced Technology for Assisted Learning and Predictive Analytics (vormals/formerly D²L²) der FernUniversität in Hagen und durch den Stifterverband im Rahmen eines Fellowship für Innovation in der Hochschullehre gefördert.

2 FernUniversität in Hagen, Fakultät für Mathematik und Informatik, Universitätsstraße 11, 58097 Hagen, carsten.thorbruegge@fernuni-hagen.de <https://orcid.org/0000-0003-3881-6104> | joerg.desel@fernuni-hagen.de

3 FernUniversität in Hagen, CATALPA – Center of Advanced Technology for Assisted Learning and Predictive Analytics, 58097 Hagen, len-ole.schaefer@fernuni-hagen.de <https://orcid.org/0000-0002-8300-1548>

Keywords: Durchlässigkeit; Anerkennung; Studiengestaltung; Informatik B. Sc.; Berufsausbildung; Fachinformatik

1 Einleitung

Universitäten im 21. Jahrhundert stehen vor zentralen Herausforderungen wie die Anerkennung von im Beruf erworbenen Kompetenzen, die als transformative Aufgabe von Hochschulen gilt [HB12, S. 11]. Personen, die eine Ausbildung abgeschlossen haben, weisen durch Abschlusszeugnisse dokumentierte beruflich erworbene Kompetenzen auf, die sie in ihr Studium einbringen [BH16, S. 8]. Die aktuell implementierten Anrechnungsverfahren⁴ berücksichtigen die Kompetenzen aus dem nicht-akademischen Bereich kaum und schöpfen das Durchlässigkeitspotential zu einer akademischen Ausbildung nicht aus [Ha14, S. III].

Die Förderung von Bildungsdurchlässigkeit stellt ein gesellschaftspolitisches Ziel dar [EN20], welches von der FernUniversität in Hagen mit ihrem Schwerpunkt auf berufstätigen Studierenden in besonderer Weise adressiert wird. Hierauf fußt ein 2019 initiiertes Forschungs- und Gestaltungsprojekt, das den Anstoß für mehr Anerkennung insbesondere beruflicher Vorqualifikationen geben soll. Im Rahmen einer ersten Implementierung dieses Durchlässigkeitsprojekts wird die Anerkennung der Kompetenzen, die Fachinformatiker/innen bereits in der Ausbildung erworben haben, im Studiengang Informatik B. Sc. ermöglicht. Es wurden drei Anerkennungsoptionen eingesetzt: die pauschale Anerkennung, die individuelle Anerkennung und die individuelle Adaption von Lernwegen. Zunächst wurden Kompetenzen dieser beruflich ausgebildeten Zielgruppe und jene von Studierenden im Studiengang Informatik B. Sc. identifiziert. Letztendlich soll dann anhand von erkannten Kompetenzüberschneidungen ein passgenauer Studiengang gestaltet werden, der durch Verhinderung von wiederholter Vermittlung bereits erworbener Kompetenzen Wertschätzung und Anerkennung der Vorkenntnisse ermöglicht. Dies würde einen besonderen Anreiz für ein anschließendes Studium schaffen und die Durchlässigkeitserfolge auf institutioneller Ebene erhöhen.

4 Nach dem HRK-Nexus-Projekt bezieht sich der Begriff „Anrechnung“ auf außerhochschulisch erworbene Kompetenzen. „Anerkennung“ bezieht sich auf Leistungen, die an anderen Hochschulen erbracht wurden. In dem folgenden Projekt wird Anerkennung als übergeordneter Begriff verwendet, um Anrechnungsoptionen und methodisch-didaktische Maßnahmen begrifflich zusammenzufassen.

Mit ähnlicher Zielsetzung wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) die ANKOM-Initiative [Fr15] ins Leben gerufen. Diese Initiative markierte einen Wendepunkt in der Forschungsförderung auf Bundesebene, da erstmals eine Förderlinie zur Forschung über Bildungsdurchlässigkeit und seiner Implementierung auf breiter Basis realisiert wurde. Doch die im Rahmen dieser Initiative entwickelten Verfahren zur pauschalen und individuellen Anrechnung stellen nicht den einzig denkbaren Weg zur Wertschätzung beruflich erworbener Kompetenzen dar. So werden zur Reflexion anregende Elemente der individuellen Anrechnung wie Kompetenzportfolios nicht ausreichend berücksichtigt. Die in den ANKOM-Projekten entwickelten Verfahren der pauschalen Anrechnung verwenden Kriterien, die nicht hinreichend auf die berufliche Bildung und ihre Anwendungspraxis abgestimmt sind. Neben der Verbesserung der individuellen und pauschalen Anerkennung wurde im Durchlässigkeitsprojekt der FernUniversität in Hagen eine dritte Verkürzungsoption entwickelt, die für diese Studierendengruppe adaptierten Studienmaterialien. Diese wird in den Situationen wirksam, in denen ein Modul nicht anrechenbar ist, obwohl wesentliche Teile der Kompetenzen vorliegen.

Um beurteilen zu können, ob bzw. welche der genannten Verkürzungsoptionen für ein Modul einsetzbar sind, müssen die typischen Kompetenzen von Informatikstudierenden mit Vorqualifikation ermittelt werden. Dies führt uns zu folgender Forschungsfrage:

- Was sind die typischen Kompetenzen von Informatikstudierenden mit Ausbildung als Fachinformatiker/in?

Hierzu wurde eine Interviewstudie durchgeführt, bei der die relevanten Kompetenzen von Informatikstudierenden mit vorheriger Ausbildung als Fachinformatiker/in erhoben wurden. Darauf baut die zweite Forschungsfrage auf:

- Welche Hinweise geben die Interviewdaten für eine passgenaue Zuordnung von Kompetenzen und Verkürzungsoptionen?

Das Ziel der Untersuchung ist die Schaffung einer empirischen Basis für Anrechnungsverfahren, um somit die Passgenauigkeit von Konzepten zur Erhöhung der Durchlässigkeit zu verbessern. Dieser Aspekt ist unmittelbar relevant für das Durchlässigkeitsprojekt der FernUniversität in Hagen. Darüber hinaus haben die Ergebnisse im Kontext des lebenslangen Lernens eine Bedeutung für alle Hochschulen, da von den Landeshochschulgesetzen Verfahren zur Anerkennung eingefordert werden. Zudem setzt die vorliegende Studie an Ansätzen

zur Reduktion des Studienabbruchrisikos an, indem durch die resultierenden Maßnahmen die Motivation der Studierenden im Hinblick auf die Anerkennung bestehender beruflich erworbener Kompetenzen gesteigert wird. Auch wirkt sie der Unsicherheit der Studierenden über die eigenen Kompetenzen zu Beginn des Studiums entgegen, da die Reflexion über die eigenen Kompetenzen gesteigert wird.

Neben der Konzentration auf Anrechnungsaspekte liefern die Ergebnisse der Interviewstudie auch eine Grundlage für weitere didaktische Überlegungen, denn sowohl der unterschiedliche Wissensstand am Studienbeginn als auch diverse durch Vorerfahrungen erworbene überfachliche Kompetenzen dokumentieren die Heterogenität der Studienanfänger.

Im folgenden Abschnitt wird der Forschungsstand zu den hier angesprochenen Themenbereichen geschildert. Abschnitt 3 stellt das methodische Vorgehen vor. Die Ergebnisse werden in Abschnitt 4 dargestellt. Abschnitt 5 liefert eine Zusammenfassung sowie eine kurze Diskussion.

2 Forschungsstand

Der wesentliche Anstoß zur Anrechnung von außerhalb des Hochschulwesens erworbenen Kenntnissen und Fähigkeiten auf ein Hochschulstudium fand durch einen Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 28.06.2002 statt [KM02]. Darauf folgten 2011 die BMBF-Initiative „ANKOM – Übergänge von der beruflichen in die hochschulische Bildung“ [Fr15], 2014 das HRK-Projekt „nexus“ zur Übergangsgestaltung [Ho14] und 2020 das HRK-Projekt „Modus“ zur Mobilität und Durchlässigkeit [HR20]. In diesen Projekten wurde eine entsprechende Anerkennungspraxis entwickelt bzw. weiterentwickelt. Verwendet wurden bspw. die Anerkennungsverfahren nach [ME13] und [SW14], die sich auf die Anerkennungsoptionen der pauschalen und individuellen Anerkennung beziehen und eine generelle Anerkennung ganzer Studienmodule ermöglichen. Zu einer weitergehenden Studienverkürzung wurde im Durchlässigkeitsprojekt der FernUniversität in Hagen zusätzlich der Ansatz der adaptierten Lernwege [OND21a] entwickelt. Der Bezugspunkt für die Ermittlung der geforderten Kompetenzen von Fachinformatiker/innen ist dabei das Kompetenzstrukturmodell nach [Op20], in dem die Kompetenzen aus Ausbildungsrahmenplan und Rahmenlehrplan sowie aus empirischen Datenerhebungen zusammengefasst sind.

Pauschale Anerkennung

Der Kern dieser Anerkennungsform ist das Ersetzen vollständiger Studienmodule durch bereits erworbene berufliche Kompetenzen. Adressiert werden homogene Studierendengruppen wie die der Fachinformatiker/innen, die in anerkannten Berufsausbildungen Kompetenzen formal erworben haben [SH11, S. 11]. Bezug genommen wird auf Abschlüsse der dualen Berufsausbildung, so dass nach Vorlage eines formalen Abschlusszertifikates eine unkomplizierte Anerkennung bereits klassifizierter Module ausgesprochen werden kann [ML18]. Der Gegenstand der pauschalen Anerkennung ist ein komplexer Äquivalenzvergleich zwischen erwarteten Kompetenzen aus unterschiedlichen Lernorten der dualen Berufsausbildung und in Studienmodulen erworbenen Kompetenzen, der nur einmal pro Ausbildungsgang und Studienmodul durchgeführt wird. Die in den Ausbildungsgängen zu erwerbenden Kompetenzen werden in Ordnungsdokumenten wie den Rahmenplänen der beruflichen Bildung beschrieben und die Kompetenzen der Studienmodule werden in Modulhandbüchern der Hochschule dokumentiert. Zur Steigerung der Präzision der Kompetenzbeschreibungen können jeweils Prüfungsaufgaben herangezogen werden.

Individuelle Anerkennung

Auch bei der individuellen Anerkennung erfolgt ein Ersetzen vollständiger Studienmodule durch bereits erworbene berufliche Kompetenzen. Die individuelle Anerkennung richtet sich an einzelne Personen, die Kompetenzen vorwiegend auf nicht-formalem Weg, beispielsweise durch Weiterbildung, oder auf informellem Weg, etwa durch berufliche Erfahrung, erworben haben. Das Portfolio wird als „typische Methode für individuelle Verfahren“ [LSH11, S. 79] der individuellen Anrechnungspraxis von außerhochschulisch erworbenen Lernergebnissen verstanden. Darin werden die zu erwartenden Lernergebnisse des Anerkennungsmoduls vorerfasst, so dass die oder der Studierende über die jeweiligen eigenen beruflichen Vorleistungen reflektieren und diese unter Zuhilfenahme von entsprechender Beratung lernergebnisorientiert eintragen kann. Unter Einbeziehung entsprechender Belege und ggf. eines Beurteilungsgesprächs mit Fachexperten und Fachexpertinnen der Universität erfolgt dann der Anerkennungsbescheid. Weitere Ausführungen zur individuellen Anerkennung sind in [HEO21] zu finden.

Adaptierte Lernwege

Der Ansatz der adaptierten Studiengestaltung kommt zum Tragen, wenn Kompetenzen vorliegen, die kein vollständiges Modul, sondern nur Teile des Moduls ersetzen können. Angesprochen ist im Rahmen des genannten Durchlässigkeitsprojekts der FernUniversität zunächst die Gruppe der Studierenden mit formal erworbenen Kompetenzen aus einer Berufsausbildung. Eine Ausweitung auf Studierende mit individuellen Kompetenzen aus anderen Quellen, wie zum Beispiel beruflicher Erfahrung, ist jedoch denkbar und vorgesehen. Es wurde ein alternatives, adaptiertes Kursmaterial entwickelt, das an die Vorkenntnisse der Studierenden angepasst wurde und somit kürzere Lernwege ermöglicht. Lernfortschrittskontrollen und Lernwegempfehlungen erfolgen dabei automatisiert aus Antwortanalysen zu integrierten Aufgaben. Außerdem ist der Einsatz von Bildungstechnologien wie des Learning Analytics geplant. Der zu Grunde liegende Vergleich zwischen beruflich und hochschulisch erworbenen Kompetenzen erfolgt über das Bewertungstool AsTRA [OND21b], das auch für eine generalisierte Anwendung geeignet ist. Weitere Ausführungen zu adaptierten Lernwegen sind in [OND21a] zu finden.

3 Methoden

Das methodische Vorgehen orientiert sich an einem retrospektiven Design. Dabei wurden zehn Bachelorstudierende in Informatik, die zuvor eine Ausbildung in Fachinformatik absolviert hatten, in Form von Leitfadeninterviews zu ihrer Ausbildung sowie zu ihrer Studieneingangsphase im Bachelorstudium befragt [Fl17, S. 255], [Ho17, S. 349–360]. Eine Informatikstudierende und ein Informatikstudierender wurden im Rahmen eines Pre-Tests vorab interviewt, so dass das der Analyse zugrundeliegende Sample acht Interviewpersonen umfasst. Zu diesem Vorgehen siehe [Po14, S. 190–205].

Im Hinblick auf das Sampling wurden die Fälle nach dem Prinzip der maximalen Variation ausgewählt [HSE13, S. 195]. Aufgrund des erleichterten Feldzugangs wurden ehemalige bzw. aktuell Studierende aus der FernUniversität rekrutiert. Es wurde ein sogenanntes *purposeful sampling* durchgeführt [Pa02, S. 233–242], indem Bachelorabsolvent/innen mit einer Ausbildung als Fachinformatiker/in über einen Alumniverteiler ausgewählt wurden. Zusätzlich wurden über das sogenannte *snowball sampling* Interviewpersonen aus

einem Programmierkurs gewonnen. Es handelte sich um Teilnehmende am Grundpraktikum der Programmierung, einer Lehrveranstaltung im Rahmen des Bachelorstudiengangs Informatik an der FernUniversität in Hagen im Sommersemester 2019.

Im Rahmen der explorativen Studie wurden personenbezogene Daten erhoben. Über die Verwendung personenbezogener Daten für wissenschaftliche Forschungszwecke wurden die Untersuchungspersonen informiert und es wurde vor Durchführung der Interviews eine entsprechende Einwilligung eingeholt. Bei der Datenerhebung wurde von den Teilnehmenden eine E-Mail-Adresse zur Kontaktaufnahme und Identifizierung aufgenommen. Diese Daten wurden in einem getrennten Datensatz gespeichert und nicht mit den weiteren Daten in Zusammenhang gebracht.

Zuge der explorativen Studie wurden die Befragten vor Beginn des Interviews mit Hilfe eines Projektblatts über das Forschungsprojekt informiert. Es folgte die Einstiegsfrage nach dem Verhältnis von Ausbildung und Studium. Ein erster Fragenblock befasste sich mit dem Übergang von der Ausbildung ins Studium und zielte darauf ab, die erworbenen Kompetenzen der Studierenden mit den zu erwerbenden Kompetenzen aus den Kursinhalten abzugleichen. Die Teilnehmenden wurden präzise nach ihren erworbenen Kompetenzen in der Ausbildung befragt. Im Anschluss fand die Abgleichung der erworbenen und der zu erwerbenden Kompetenzen aus den Kursinhalten statt. Ein weiterer Baustein war die Zuordnung der erworbenen Kompetenzen zu den drei Verkürzungsoptionen. Die Interviews wurden face-to-face oder per Videotelefonie durchgeführt.

Die Interviewdaten wurden unter Berücksichtigung von Transkriptionsregeln transkribiert, die in [Sc19, S. 380] definiert wurden. Die Daten wurden mit der Software MAXQDA inhaltsanalytisch ausgewertet [Ku18], [RK19]. Es wurde ein Kategoriensystem erstellt, das für jedes einzelne Interview angewendet wurde, somit über die Untersuchungspersonen hinweg konstant blieb und einen thematischen Vergleich ermöglichte. Die Auswertungskategorien wurden deduktiv aus den Themenbereichen der Informatikmodule erstellt sowie induktiv aus dem gewonnenen Datenmaterial der acht Interviews. Das Kategoriensystem wurde mit Hilfe der konsensuellen Kodiertechnik gebildet. Zur Qualitätssicherung wurde das Kategoriensystem danach durch zwei Autoren überprüft. Das bedeutet, dass das Interviewmaterial zwischen den Kodierern aufgeteilt wurde und die jeweiligen Codes und die Entsprechung im Textmaterial bei Widersprüchen diskutiert wurden.

Das Interviewmaterial wurde nach den jeweiligen Kursen, zu denen die Studierenden befragt wurden, selektiert und analysiert. Es wurden fachliche und überfachliche Kompetenzen unterschieden. Des Weiteren wurde eine Fallanalyse für einen Vergleich der Fälle zueinander durchgeführt, um Regelmäßigkeiten abzuleiten [Ku18], [FKS17, S. 447–456].

4 Ergebnisse

Die im vorigen Abschnitt beschriebene Untersuchung greift die Vorkenntnisse aus der Ausbildung als Fachinformatiker/in auf und stellt diese jenen des Studiums gegenüber. Damit werden die erworbenen Kompetenzen retrospektiv zugänglich gemacht. Des Weiteren werden die Kompetenzen für die Fachrichtungen der Ausbildung (Anwendungsentwicklung und Systemintegration) differenziert betrachtet. Auf dieser Basis ist es möglich, Anerkennungsverfahren zu verbessern und die Passgenauigkeit von Kompetenzen zu Anerkennungsverfahren zu erhöhen.

Fachinformatiker/innen der beiden Fachrichtungen Anwendungsentwicklung und Systemintegration berichten, dass sie in ihrer Ausbildung und in ihrem Beruf in vielen Kernthemen der Informatik zahlreiche für das Informatikstudium relevante Kompetenzen erworben haben. Die Herkunft der Kompetenzen haben wir genauer unterschieden, weil Kompetenzen, die in späterer Berufsausübung erworben werden, nicht zur Anerkennung der beruflichen Ausbildung herangezogen werden können. Zu den geschilderten Kompetenzbereichen zählen insbesondere Programmierung, Betriebssysteme und Rechnernetze sowie Datenbanken. Auffallend ist, dass die Befragten von sich aus ihr Interesse und ihre Kompetenz bzgl. IT-Sicherheit betont haben.

Die Schilderungen der Befragten waren zunächst eher allgemein gehalten. Im Verlauf der Gespräche wurden diese jedoch – motiviert durch unsere Nachfragen – immer detaillierter. Im Anschluss daran wurde auch auf spezielle Programmiertechniken wie die Nutzung bestimmter Schleifenanweisungen eingegangen [I07, Z. 68]. Die Befragten wiesen auf ihre Programmierkenntnisse, in den meisten Fällen in Java bzw. C# [bspw. I03, Z. 6; I04, Z. 79]. Das gilt insbesondere für die Fachinformatiker/innen der Fachrichtung Anwendungsentwicklung. In der Fachrichtung Systemintegration, wo die Anwendung komplexerer Programmierkonzepte nicht notwendig ist, handelte es sich vorwiegend um kleinere Script-Programmierungen im Betriebssystem- und Netzwerkbereich.

Von vertieften Kenntnissen im Testen von Programmen wurde nicht berichtet. Der Bereich der Rekursion war den Befragten aus der Berufsausbildung so gut wie nicht bekannt [I04, Z. 154].

Das Modul „Einführung in die imperative Programmierung“ des Studiengangs Informatik B. Sc. vermittelt grundlegende Programmierkonzepte. Die Antworten auf die entsprechenden Fragen des Leitfadeninterviews deuten an, dass die in der Ausbildung als Fachinformatiker/in erworbenen Programmierkompetenzen die im Modul „Einführung in die imperative Programmierung“ zu erwerbenden Kompetenzen in Bezug auf Inhalt und Niveau hinreichend ersetzen können. Dies wird bekräftigt durch den diesbezüglich vielfach genannten Verkürzungswunsch der Befragten. Damit wird die Verkürzungsoption der pauschalen Anerkennung wirksam, die eine vollständige Ersetzbarkeit von Studienmodulen durch in der Ausbildung erworbene Kompetenzen vorsieht.

Fachinformatiker/innen der Fachrichtung Systemintegration geben Kompetenzen über Betriebssysteme wie Unix und Windows an. Eine Person bezieht sich auf das Großrechner-Betriebssystem z/OS [I05, Z. 166]. Bei Betriebssystemen und bei Rechnernetzen sind Systemintegratoren mit der Administration vertraut und kennen sich mit Kommunikationsschichten und -protokollen aus [I03, Z. 138; I09, Z. 70]. Damit deuten sich erworbene Kompetenzen an, deren Erwerb Teil des Moduls „Softwaresysteme“ im Studiengang Informatik B. Sc. ist, zu dem der Kurs „Betriebssysteme und Rechnernetze“ gehört. Dieser Kurs könnte so ein Kandidat für die Anwendung im Bereich der adaptierten Lernwege sein.

Zum Kurs „Datenbanken I“ des Moduls „Softwaresysteme“ geben die Befragten beider Fachrichtungen der Fachinformatik übereinstimmend Kompetenzen in Datenbanken wie MySQL und MS SQL an. Sie können Daten über SQL abfragen, jedoch sind mathematische Beschreibungssprachen einer Datenabfrage wie die Relationenalgebra und das Relationenkalkül nicht bekannt [I06, Z. 145; I04, Z. 174]. Weil an dieser Stelle nicht von vollständigen Kompetenzen zur inhaltlichen Abdeckung dieses Modus berichtet wurde, bietet sich auch hier der Ansatz der adaptierten Lernwege an. Adaptierte Lernwege stellen einen innovativen Ansatz zur Anpassung des Lehrmaterials an die vorhandenen Studierendenkompetenzen dar.

Systemintegratoren berichteten außerdem von Kenntnissen in Verschlüsselungsverfahren [I03, Z. 78] und im Bereich Firewalling [I03, Z. 83], die sie in ihrer Beschäftigung erworben haben. Diese Kompetenzen werden auch im Modul „IT-Sicherheit“ vermittelt. Die Wertschätzung kann über die Verkürzungsoption

der individuellen Anerkennung erfolgen, die die Ersetzung eines Moduls über die in der Berufstätigkeit erworbenen Kompetenzen ermöglicht. Die gewonnenen Informationen leisten bezüglich der individuellen Anerkennung einen Beitrag zur Entwicklung und Einführung eines Kompetenzportfolios, das den Studierenden eine Verwaltung und Reflexion der eigenen Kompetenzen ermöglicht.

Ein weiterer Untersuchungsaspekt waren in der beruflichen Ausbildung erworbene überfachliche Kompetenzen. Hierzu wurden von den Befragten durchgängig sogenannte Selbststeuerungskompetenzen in Form der Selbststrukturierung von Arbeitsprozessen, der Selbstlernkompetenz und der Selbstorganisation hervorgehoben [z. B. I03, Z. 69; I05, Z. 86], die sich mit der Theorie zum selbstgesteuerten Lernen nach Weinert decken. Dieser zu Folge kommt der Entscheidungsfähigkeit des Einzelnen im Hinblick auf das selbstgesteuerte Lernen ein zentraler Stellenwert zu. So kann beispielsweise die Art und Weise, der Lerninhalt, das Lernziel sowie die zeitliche Fixierung des Lernens festgelegt werden [We82, S. 102]. Das Lernen basiert erstens auf dem Prinzip der Autonomie und Selbständigkeit. Jedes Individuum fokussiert sich auf Lernziele und wählt geeignete Lernmethoden in einer zur Verfügung stehenden Zeit aus. Zweitens wird als bewusster Vorgang eine entsprechende Lernhandlung realisiert. Die Überwachung der Lernvorgänge wird durch die Rolle des Lernenden ausgefüllt und selbst initiiert (vgl. [We82, S. 102]). Die hohe Selbststeuerungskompetenz, von der die beruflich ausgebildeten Studierenden in der Interviewstudie berichteten, lässt erwarten, dass sie in der Lage sind, ihren Lernweg selbst zu gestalten. Hierzu wird ihnen von der Hochschule ein digitales Lehr-Lernmaterial zur Verfügung gestellt (siehe [OND21a, Kapitel 2]), das bereits auf die bekannten Vorkenntnisse von Fachinformatikern/innen adaptiert ist. Zusätzlich ist der Lernweg durch das digitale Studienmaterial von den Studierenden auf ihre individuellen Lernerfordernisse adaptierbar. Hierzu werden vom System Verzweigungsstellen mit der Auswahlmöglichkeit von alternativen Lernwegen bereitgestellt. An diesen Stellen überprüfen die Studierenden ihr Vorwissen durch das Lösen von kontextorientierten Aufgaben und wählen darauf basierend den nächsten Lernpfad aus. Das ermöglicht dieser Studierendengruppe, ihren Lernweg autonomer zu gestalten und so zu adaptieren, dass bekannte Inhalte übersprungen werden. Im gleichen Sinne ist für diese Studierendengruppe eine Auswahl von jeweils fachlich geeigneten Lernformen in analoger oder digitaler Form nützlich. Dies stärkt auch den Aspekt der Autonomie bei der innovativen Gestaltung des Konzepts der Adaption von Lernwegen und stellt die Adaptierbarkeit von Lernsystemen in den Vordergrund.

Betrachtet werden in diesem Rahmen zukünftig auch adaptive Lernsysteme, die den Lernverlauf selbstständig an den Wissensstand der Benutzenden anpassen, indem sie Lernwegentscheidungen aus Datenanalysen mit Hilfe von Bildungstechnologien wie Learning Analytics treffen. Damit übernehmen adaptive Lernsysteme im Gegensatz zu adaptierbaren Lernsystemen die Adaption selbst, auf Grundlage des beobachteten Lernverhaltens bzw. der jeweiligen Angaben der Lernenden. Mit anderen Worten: Der Lernende steuert seine Lernpfade nicht direkt, sondern nur indirekt und überlässt dem System die Entscheidungen. Auch adaptive Systeme sind für Studierende mit Berufsausbildung nutzbringend, schöpfen aber die vorliegende Selbststeuerungskompetenz nicht vollständig aus.

Insgesamt stellt die Adaption von Lernwegen damit gegenüber der pauschalen und individuellen Anerkennung von Modulen eine implizite Anerkennung von Teilkompetenzen dar, die auf veränderte methodisch-didaktische Maßnahmen eingeht, wie sie in [Op20] angeregt werden.

5 Zusammenfassung und Diskussion

Wir haben eine Interviewstudie zu Kompetenzen von Fachinformatiker/innen durchgeführt, die nach der beruflichen Ausbildung ein Informatikstudium aufgenommen haben. Die wesentlichen Auswertungsergebnisse werden im Folgenden zusammengefasst und diskutiert:

Die typischen Kompetenzen von Informatikstudierenden mit einer Ausbildung als Fachinformatiker/in setzen sich aus fachlichen und überfachlichen Kompetenzen zusammen. Beispielsweise besitzen Fachinformatiker/innen der Fachrichtung Anwendungsentwicklung bereits fundierte Programmierkenntnisse, vorzugsweise in Java bzw. C#, während Fachinformatiker/innen der Fachrichtung Systemintegration mit Kommunikationsschichten und Protokollen vertraut sind und kleinere Script-Programme entwickeln. Stilgerechtes Programmieren und Testen von Programmen haben eine geringere Bedeutung. So wurden weitergehende Inhalte von Qualitätssicherungsthemen nicht explizit genannt.

In überfachlicher Hinsicht können Selbststeuerungskompetenzen identifiziert werden, wie die Fähigkeit, Arbeitsprozesse autonom zu strukturieren und Selbstlernvorgänge zu aktivieren. Die vorliegende Studie deutet daraufhin, dass es sich um Kompetenzen handelt, die bereits in der Ausbildung erworben wurden. Des Weiteren sind es Kompetenzen, die von den Studierenden im Studium

erwartet und entwickelt werden. Das heißt, dass die Studierenden, die bereits über ausgeprägte Selbststeuerungskompetenzen aus ihrer Ausbildung verfügen, gute Voraussetzungen für die Aneignung von Studieninhalten in der Studieneingangsphase mitbringen. So sind sie in der Lage, Lernwegoptionen für einen eigenen Lernweg zu wählen. Die zuvor erworbenen fachlichen Kompetenzen von Informatikstudierenden können innerhalb einer innovativen didaktischen Anpassung genutzt werden, um eine Optimierung des Studienverlaufs zu ermöglichen.

Außerdem liefert die Interviewstudie Hinweise auf die Zuordnung von Modulen zu den jeweiligen Verkürzungsoptionen. Für sämtliche im Projekt betrachteten Verkürzungsoptionen fanden sich in den Schilderungen der Befragten Anwendungsbeispiele. Erstens kann die pauschale Anerkennung unterschieden werden, die eine generelle Abdeckung der Kompetenzen ermöglicht, zweitens die individuelle Anerkennung, die Berufserfahrung beispielsweise in IT-Sicherheit honoriert und drittens die Adaption von Lernwegen, bei denen es Hinweise auf Teilkompetenzen in Betriebssystemen und Rechnernetzen sowie Datenbanken gibt.

Erkenntnisreich waren die Schilderungen der beruflichen Kompetenzen aus anderen Domänen und Bereichen, die sich im Curriculum für den Studiengang Informatik B. Sc. nicht wiederfinden. Dies eröffnet uns den Blick für eine vierte Säule der Anerkennung. Im Rahmen dieser sogenannten kontextuellen Anerkennung werden Kompetenzen, die in anderen Kontexten erworben worden sind, auf Gleichwertigkeiten überprüft. Dies ist beispielsweise für Nebenfächer relevant [De20].

Auch wenn es sich um einen geringen Sample-Umfang handelt, gab es Ähnlichkeiten in den Aussagen der Studierenden, so dass die Interviewstudie wichtige Informationen für das genannte Durchlässigkeitsprojekt zur Umsetzung der Anerkennung von Vorqualifikationen liefern konnte. Zusätzliche Analysen aus Referenzdokumenten der beruflichen und hochschulischen Informatikausbildung wie Rahmenpläne, Modulhandbücher, Lehr- und Prüfungsmaterialien, die die zu erwartenden Kompetenzen aufzeigen, werden folgen.

Die gewonnenen Erkenntnisse lassen sich auf andere Hochschulen übertragen. Zentral ist dabei, dass eine Sensibilität gegenüber vorhandenen fachlichen und überfachlichen Kompetenzen erforderlich ist. Diese erlaubt eine präzisere Studiengestaltung, insbesondere am Übergang in die Studieneingangsphase. Auf Basis der empirischen Ergebnisse kann die Studiensituation beruflich Vorqualifizierter genauer bewertet und durch Anwendung von Anerkennungsoptio-

nen verbessert werden, indem Lernwiederholungen, Unter- und Überforderungen vermieden werden. Mit den Erkenntnissen aus der Interviewstudie können wir die Studiengestaltung weiter optimieren und für der von uns betrachteten Studierendengruppe die Entscheidungen über ihre Lernpfade und -methoden verstärkt selbst überlassen. Als generelle Konsequenz für die didaktische Konzeption von Informatikmodulen stellen wir adaptive Systeme im eigentlichen Sinne nicht in Frage; sie können in vielerlei Kontext zu einem höheren Lernerfolg führen. Für die Berücksichtigung von unterschiedlichem Vorwissen bei gleichzeitig vorliegender Selbststeuerungskompetenz (wie bei zuvor beruflich Ausgebildeten) sind jedoch andere Formen der Adaption zielführender. Dies stellt insofern einen didaktischen Beitrag für die Hochschullehre dar, da die Selbstverantwortung der Studierenden mit den Vorkenntnissen der beruflich Ausgebildeten in Zusammenhang gebracht wird und autonome Lernprozesse ermöglicht werden. Die Entscheidungs- und Beurteilungsfähigkeit von Studierenden wird gefördert, indem Lerninhalte kontextualisiert und mit zusätzlichen Informationen angereichert werden. Damit wird eine reflektierte und effiziente Wahl von Lernwegoptionen ermöglicht.

Durch eine Hochschullehre mit passend gestalteter Didaktik wird eine Anschlussfähigkeit für beruflich vorgebildete Studierende sichergestellt. Die berufliche Bildung wird in die akademische Bildung integriert, indem der beruflich bekannte Anwendungskontext im Lehr-Lernmaterial verortet und versprachlicht wird. In Zukunft kann dies die digitale Lehre optimieren, indem Lernwegempfehlungen innerhalb des digitalen Lehr-Lernmaterials angeboten werden. Damit würde der Studierende seinen Lernweg eigenverantwortlich anpassen und von den digitalen Möglichkeiten der Hochschule profitieren.

Literaturverzeichnis

- [BH16] Birke, B.; Hanft, A.: Anerkennung und Anrechnung non-formal und informell erworbener Kompetenzen: Empfehlungen zur Gestaltung von Anrechnungs- und Anerkennungsverfahren. Facultas, Wien, 2016, ISBN: 978-3-7089-1504-3.
- [De20] Desel, J.: Workshop on Modeling in Higher Education Teaching. Teaching Modeling – Model Teaching. In (Michael, J.; Bork, D., Hrsg.): Joint Proceedings of Modellierung 2020 Short, Workshop and Tools &

- Demo Papers. Wien, 2020, URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2542>, Stand: 31. 10. 2021.
- [EN20] Elsholz, U.; Neu, A.: Hybride Bildungsformate – Instrumente zur Förderung von Durchlässigkeit?. DENK-doch-MAL.de – Das Online-Magazin, 2020, URL: <http://denk-doch-mal.de/wp/prof-dr-uwe-elsholz-ariane-neu-hybride-bildungsformate-instrumente-zur-foerderung-von-durchlaessigkeit/>, Stand: 25. 01. 2023.
- [FKS17] Flick, U.; Kardorff, E. v.; Steinke, I., Hrsg.: Qualitative Forschung: ein Handbuch. Rowohlt Verlag, Hamburg, 2017, ISBN: 978-3-499-55628-9.
- [FI17] Flick, U.: Design und Prozess Qualitativer Forschung. In (Flick, U.; Kardorff, E. v.; Steinke, I., Hrsg.): Qualitative Forschung: ein Handbuch. 12. Aufl., Rororo Rowohlt's Enzyklopädie 55628, Rowohlt Verlag, Hamburg, Kap. 4.1, S. 252–264, 2017, ISBN: 978-3-499-55628-9.
- [Fr15] Freitag, W.; Buhr, R.; Danzeglocke, E.; Schröder, S.; Völk, D., Hrsg.: Übergänge gestalten: Durchlässigkeit zwischen beruflicher und hochschulischer Bildung erhöhen. Waxmann, Münster und New York, 2015, ISBN: 978-3-8309-3125-6.
- [Ha14] Hanft, A.; Brinkmann, K.; Gierke, W. B.; Müskens, W.: Anrechnung außerhochschulischer Kompetenzen in Studiengängen. Studie: AnHoSt „Anrechnungspraxis in Hochschulstudiengängen“, 2014, URL: https://uol.de/fileadmin/user_upload/anrechnungsprojekte/Anhost.pdf, Stand: 18. 05. 2021.
- [HB12] Hanft, A.; Brinkmann, K.: Offene Hochschulen. Die Neuausrichtung der Hochschulen auf Lebenslanges Lernen. Waxmann, Münster und New York, 2012, ISBN: 978-3-8309-7770-4.
- [HEO21] Huynh, H. N.; Elsholz, U.; Opel, S.: Individuelle Anrechnung außerhochschulischer Kompetenzen am Beispiel eines informatischen Studiengangs. In (Desel, J.; Opel, S.; Siegeris, J., Hrsg.): 9. Fachtagung Hochschuldidaktik Informatik (HDI) 2021, 15.–16. September 2021 in Dortmund. Vorabdruck der Konferenzbeiträge; FernUniversität in Hagen. S. 43–47, 2021.

- [Ho14] Hochschulrektorenkonferenz HRK 2014: HRK (Hochschulrektorenkonferenz) 2014: Projekt nexus - Übergänge gestalten, Studienerfolg verbessern. 1. Mai 2014, URL: <https://www.hrk-nexus.de/>, besucht am: 18.05.2021.
- [Ho17] Hopf, C.: Qualitative Interviews – ein Überblick. In (Flick U. and Kardorff, E. v.; Steinke, I., Hrsg.): Qualitative Forschung: ein Handbuch. 12. Aufl., Rororo Rowohlts Enzyklopädie 55628, Rowohlt Verlag, Hamburg, Kap. 5.2, S. 589–599, 2017, ISBN: 978-3-499-55628-9.
- [HR20] HRK (Hochschulrektorenkonferenz) 2020: Projekt Modus – Mobilität und Durchlässigkeit stärken, 1. Mai 2020, URL: <https://www.hrk-modus.de/>, besucht am: 18.05.2021.
- [HSE13] Hussy, W.; Schreier, M.; Echterhoff, G.: Forschungsmethoden in Psychologie und Sozialwissenschaften. Springer Verlag, Berlin und Heidelberg, 2013, ISBN: 978-3-642-34361-2.
- [KM02] KMK (Kultusministerkonferenz): Anrechnung von außerhalb des Hochschulwesens erworbenen Kenntnissen und Fähigkeiten auf ein Hochschulstudium. 2002, URL: <http://www.kmk.org/fileadmin/pdf/PresseUndAktuelles/2003/anrechnung.pdf>, Stand: 25.01.2023.
- [Ku18] Kuckartz, U.: Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung. Beltz Juventa, Weinheim und Basel, 2018, ISBN: 978-3-7799-3682-4.
- [LSH11] Loroff, C.; Stamm-Riemer, I.; Hartmann, E. A.: Anrechnung: Modellentwicklung, Generalisierung und Kontextbedingungen. In (Freitag, W. K.; Hartmann, E. A.; Loroff, C.; Stamm-Riemer, I.; Völk, D.; Buhr, R., Hrsg.): Gestaltungsfeld Anrechnung: Hochschulische und berufliche Bildung im Wandel. Waxmann, Münster, S. 77–117, 2011, ISBN: 978-3-8309-2494-4.
- [ME13] Müskens, W.; Eilers-Schoof, A.: Application of the Module Level Indicator (MLI) in the context of transnational comparisons of qualifications. In (Tutschner, R.; Wittig, W., Hrsg.): Level Assessments of Learning Outcomes in Health Care and Nursing. Institut für Technik und Bildung (ITB), Bremen, S. 10–17, 2013.

- [ML18] Müskens, W.; Lübben, S.: Die Anrechnung non-formalen und informellen Lernens auf Hochschulstudiengänge in Deutschland. de, Zeitschrift für Weiterbildungsforschung 41/2-3, S. 109–124, 2018, ISSN: 2364-0014, 2364-0022, URL: <http://link.springer.com/10.1007/s40955-018-0114-8>, Stand: 12.02.2019.
- [OND21a] Opel, S.; Netzer, C. M.; Desel, J.: Adaption von Lernwegen in adaptierten Lehrmaterialien für Studierende mit Berufsausbildungsabschluss. In (Desel, J.; Opel, S.; Siegeris, J., Hrsg.): 9. Fachtagung Hochschuldidaktik Informatik (HDI) 2021, 15.–16. September 2021 in Dortmund. Vorabdruck der Konferenzbeiträge; FernUniversität in Hagen. S. 33–42, 2021.
- [OND21b] Opel, S.; Netzer, C. M.; Desel, J.: AsTRA - An Assessment Tool for Recognition and Adaptation of Prior Professional Experience and Vocational Training. In (Passey, D.; Leahy, D.; Williams, L.; Holvikivi, J.; Ruohonen, M., Hrsg.): Digital Transformation of Education and Learning – Past, Present and Future (IFIPAICT 642) – IFIP TC 3 Open Conference on Computers in Education, OCCE 2021, Tampere, Finland, August 17–20, 2021, Proceedings. Bd. 642. IFIP Advances in Information and Communication Technology, Springer, S. 222–233, 2021.
- [Op20] Opel, S.: Entwicklung eines arbeitsprozessorientierten Kompetenzstrukturmodells für die Ausbildung zum Fachinformatiker bzw. zur Fachinformatikerin, de, Diss., DuEPublico: Duisburg-Essen Publications online, University of Duisburg-Essen, Germany, Okt. 2020, URL: https://duepublico2.uni-due.de/receive/duepublico_mods_00072913, Stand: 17.08.2021.
- [Pa02] Patton, M. Q.: Qualitative Research & Evaluation Methods. Sage Publications, Thousand Oaks, 2002.
- [Po14] Porst, R.: Fragebogen. Ein Arbeitsbuch. Springer VS, Wiesbaden, 2014.
- [RK19] Rädiker, S.; Kuckartz, U.: Analyse qualitativer Daten mit MAXQDA: Text, Audio und Video. Springer VS, Wiesbaden, 2019, ISBN: 978-3-658-22094-5.
- [Sc19] Schäfer, L. O.: Universitäten im Leistungswettbewerb: Forschungsevaluation in Großbritannien. Springer VS, Wiesbaden, 2019, ISBN: 978-3-658-23394-5.

- [SH11] Stamm-Riemer, I.; Hartmann, E. A.: Entwicklungen und Trends im ANKOM-Kontext zu Anrechnung und Durchlässigkeit zwischen beruflicher und hochschulischer Bildung in Deutschland und Europa. In (Freitag, W. K.; Hartmann, E. A.; Loroff, C.; Stamm-Riemer, I.; Völk, D.; Buhr, R., Hrsg.): Gestaltungsfeld Anrechnung: Hochschulische und berufliche Bildung im Wandel. Waxmann, Münster, S. 57–76, 2011, ISBN: 978-3-8309-2494-4.
- [SW14] Seger, M.; Waldeyer, C.: Qualitätssicherung im Kontext der Anrechnung und Anerkennung von Lernergebnissen an Hochschulen. Standards für transparente und nachvollziehbare Analyseverfahren und Anrechnungsprozesse - inkl. Musteranrechnungsleitfaden und Musteranrechnungsordnungen. Entwicklungsergebnisse aus dem F&E-Projekt Open Competence Center for Cyber Security im BMBF-Wettbewerb Aufstieg durch Bildung: offene Hochschulen. Shaker Verlag, Aachen, 2014, ISBN: 978-3-8440-3189-8.
- [We82] Weinert, F. E.: Selbstgesteuertes Lernen als Voraussetzung, Methode und Ziel des Unterrichts. Unterrichtswissenschaft 10/2, S. 99–110, 1982.

Adaption von Lernwegen in adaptierten Lehrmaterialien für Studierende mit Berufsausbildungsabschluss

Simone Opel¹, Cajus Marian Netzer¹, Jörg Desel¹

Abstract: Obwohl immer mehr Menschen nicht direkt ein Studium aufnehmen, sondern zuvor eine berufliche Ausbildung absolvieren, werden die in der Ausbildung erworbenen Kompetenzen von den Hochschulen inhaltlich und didaktisch meist ignoriert. Ein Ansatz, diese Kompetenzen zu würdigen, ist die formale Anrechnung von mitgebrachten Kompetenzen als (für den Studienabschluss erforderliche) Leistungspunkte. Eine andere Variante ist der Einsatz von speziell für die Zielgruppe der Studierenden mit Vorkenntnissen adaptiertem Lehr-Lernmaterial. Um darüber hinaus individuelle Unterschiede zu berücksichtigen, erlaubt eine weitere Adaption individueller Lernpfade den Lernenden, genau die jeweils fehlenden Kompetenzen zu erwerben. In diesem Beitrag stellen wir die exemplarische Entwicklung derartigen Materials anhand des Kurses „Datenbanken“ für die Zielgruppe der Studierenden mit einer abgeschlossenen Ausbildung zum Fachinformatiker bzw. zur Fachinformatikerin vor.

Keywords: Informatik; Anrechnung; Adaption; individuelle Lernwege; Vorwissen; Kompetenz; Datenbanken; Hochschule; Fachinformatiker

1 Einführung

Nicht nur bessere berufliche Chancen, sondern auch die wachsende Durchlässigkeit zwischen unterschiedlichen Bildungswegen (vgl. bspw. [De14]) motiviert immer mehr Menschen, nach einer Berufsausbildung ein Studium aufzunehmen. Gerade an der FernUniversität in Hagen ist der Anteil der Studierenden mit

¹ FernUniversität in Hagen, Fakultät für Mathematik und Informatik, Universitätsstraße 11, 58097 Hagen, simone.opel@fernuni-hagen.de  <https://orcid.org/0000-0002-9697-9887> | cajus-marian.netzer@fernuni-hagen.de | joerg.desel@fernuni-hagen.de

Berufsausbildung oder Berufserfahrung recht hoch (rd. 80 % berufstätige Studierende [Fe21]). Dort wie anderswo bringen diese Personen ihre Vorkenntnisse und Erfahrungen in ein Studium ein, ohne dass dies von den Hochschulen explizit gewürdigt wird.

Daher gibt es seit einigen Jahren seitens der Kultusministerkonferenz (KMK) [Ku02] Bestrebungen, mitgebrachte Vorkenntnisse und Kompetenzen systematisch zu honorieren. Insbesondere Hochschulen, die sich an den Projekten ANKOM oder HRK Nexus beteiligten, rechnen äquivalente Kompetenzen formal als Ersatzleistungen für einzelne Module an². Derartige Regelungen sind ein erster Schritt in die richtige Richtung, aber bei Weitem nicht befriedigend: Bei Studierenden, die direkt nach Abschluss einer beruflichen Ausbildung ein Studium im gleichen Bereich aufnehmen, sind Kompetenzen aus vielen verschiedenen Bereichen vorhanden, die jedoch nicht ausreichen, um als gesamtes Modul angerechnet zu werden. Diese Studierenden benötigen ein passgenaues, straffes und motivierendes Studienangebot, das ihnen erlaubt, nur diejenigen Kompetenzen zu erwerben, die ihnen tatsächlich fehlen – das sind fachliche, aber auch überfachliche Kompetenzen, zum Beispiel Aspekte des wissenschaftlichen Arbeitens.

Die für die Studiengänge der FernUniversität in Hagen elementaren Blended-Learning-Szenarios sind hierfür sehr geeignet. Durch den großen Anteil an Selbstlern-elementen passen die Studierenden schon jetzt ihre Lernwege auf Basis ihrer Selbsteinschätzungen immer wieder selbst implizit an. Auch außerhalb der FernUniversität werden Verfahren zur Adaption eingesetzt, die aber in der Regel nicht spezifisch für bestimmte Gruppen von Lernenden entwickelt wurden, sondern auf allgemeinen Vorkenntnissen basieren und somit einen Ansatz in Richtung „One fits all“ darstellen.

Ein Weg, beide Ansätze zu verbinden, ist eine *Kombination aus gruppenbasierten und individualisierten Anteilen*, die das Erfassen sowohl berufsausbildungsbezogener als auch individueller Kompetenzen ermöglicht und so die Variabilität der Kompetenzen der Studierenden optimal berücksichtigen kann.

Hochschulseitig werden bei einem derartigen Ansatz vertiefte Kenntnisse über die typischerweise von Studierenden einer gewissen Vorbildung mitgebrachten Kompetenzen genutzt, während die Angebote zur individuellen Adaption auf Erkenntnisse seitens der Lehrenden über typische Probleme und Fehl-

2 „Anrechnung“ wird hier im Einklang mit dem HRK Nexus-Projekt (vgl. [Be19, S. 6]) für eingebrachte berufliche Leistungen verwendet, „Anerkennung“ für nachgewiesene Leistungen an anderen Hochschulen.

vorstellungen im Zusammenhang mit dem jeweils bearbeiteten Themengebiet basieren. Die *Adaption der persönlichen Lernwege* besteht somit aus der Arbeit mit *hochschulseitig adaptierten und adaptierbaren Lehr-Lernmaterialien*.

In diesem Beitrag stellen wir einen ersten Ansatz für eine derartige Adaption am Beispiel des Kurses „*Datenbanken*“³ exemplarisch für Studierende mit einer Ausbildung als Fachinformatiker bzw. Fachinformatikerin vor, die darauf aufbauend ein Bachelorstudium in Informatik an der FernUniversität in Hagen absolvieren. Dieser Ansatz ist jedoch auch auf andere Teilgebiete der Informatik, andere berufliche Vorbildungen oder auch andere Studiengänge übertragbar.

Die Adaption der persönlichen Lernwege durch Adaption des bestehenden Lehr-Lernmaterials ist in das Projekt „Durchlässigkeit zwischen beruflicher Ausbildung und Bachelorstudium – vom Fachinformatiker zum Bachelor Informatik durch adaptierte Studiengestaltung“⁴ des Forschungsschwerpunkts CATALPA – Center of Advanced Technology for Assisted Learning and Predictive Analytics (ehemals D²L² – „Digitalisierung, Diversität und Lebenslanges Lernen. Konsequenzen für die Hochschulbildung“) eingebettet, das die Verbesserung der Durchlässigkeit zwischen beruflicher und akademischer (Informatik-)Bildung zum Ziel hat.

2 Grundgedanken zur Adaption des Lehr-Lernmaterials

2.1 Der berufliche Rahmen von Fachinformatikerinnen bzw. Fachinformatikern

Studierende im Bachelorstudiengang Informatik mit einer zuvor abgeschlossenen Berufsausbildung zum Fachinformatiker bzw. zur Fachinformatikerin⁵ haben eine umfassende Ausbildung in Informatik und IT, deren Stärke in der Lernortkooperation zwischen Betrieb und Berufsschule liegt: Im schulischen Teil der Ausbildung wird ein breites berufspraktisches und auch fachtheoretisches Wissen vermittelt, das sich auf längerfristig geltende Prinzipien und Fachkonzepte stützt. Der Ausbildungsbetrieb hingegen fördert darauf aufbauend die Entwicklung von spezifischen, berufsbezogenen Kompetenzen, die

3 Dieser Kurs bildet zusammen mit einem weiteren ein Modul des zweiten Studienjahres.

4 <https://www.fernuni-hagen.de/forschung/schwerpunkte/catalpa/forschung/projekte/durchlaessigkeit.shtml>; letzter Zugriff: 01.02.2023

5 Im Weiteren werden diese Personen kurz Fachinformatiker/innen genannt.

Fachinformatiker/innen im Lauf ihrer Berufstätigkeit weiter vertiefen oder erweitern. Durch die Tätigkeit im Ausbildungsbetrieb lernen die Auszubildenden, in beruflichen Handlungssituationen zu denken und alleine oder im Team Lösungen auch für unbekannte Probleme zu entwickeln – das heißt, sie lernen, ihr Fachwissen in betrieblichen Situationen und Aufgabenstellungen anzuwenden und somit *berufliche Handlungskompetenz* aufzubauen.

Durch die gesetzlichen formalen und inhaltlichen Rahmen der Berufsausbildung (Berufsbildungsgesetz [Bu20], für den Ausbildungsbetrieb: Ausbildungsordnung [BM20], sowie Rahmenlehrplan [Ku19] für den schulischen Teil) kann für die *Gruppe der Fachinformatiker/innen* eine durchschnittlich zu erwartende *Kompetenz*⁶ für die verschiedenen Bereiche der Informatik postuliert werden. Allerdings können die Auszubildenden trotz Lücken in Themenbereichen, die auch für das Studium relevant sind, die Berufsabschlussprüfung bestanden haben. Andere Auszubildende erwerben während der Ausbildung in bestimmten, für sie relevanten Bereichen vertiefte Kompetenzen, die weit über das Niveau der Ausbildung hinausgehen und u. U. dem Niveau des Bachelorstudiums genügen.

Hieraus folgt, dass die *Adaption der persönlichen Lernwege* aus zwei Elementen bestehen muss: Zunächst werden den Studierenden *hochschulseitig adaptierte Lehr-Lernmaterialien* angeboten, die auf die typischerweise von Studierenden einer gewissen Vorbildung (hier: Fachinformatiker/innen) mitgebrachten Kompetenzen ausgerichtet sind. Das Referenzniveau dieser zu erwartenden Kompetenzen bildet neben den schon genannten Rahmendokumenten auch die Berufsabschlussprüfung. Die Studierenden können diese Materialien auf Basis ihrer persönlichen Kompetenzen und individuellen Kompetenzlücken für sich selbst weiter anpassen. Sie werden bei dieser individuellen Adaption dadurch unterstützt, dass das Material häufig auftretende Probleme, Lücken oder Fehlvorstellungen im Zusammenhang mit dem jeweils bearbeiteten Themengebieten adressiert.

2.2 Mitgebrachte Kompetenzen im Bereich „Relationale Datenbanken“

Fachinformatiker/innen erwerben während ihrer Ausbildung grundlegende Kompetenzen über den Prozess der Modellierung von relationalen Datenbanken. Sie können verschiedene Modellierungsprinzipien (Entity-Relationship

6 Diese Kompetenz stellt auch einen Maßstab für eine pauschale Anrechnung von Modulen dar.

Model (ERM), logische Modellierung) anwenden, beschäftigen sich je nach Fachrichtung⁷ in verschiedener Tiefe mit SQL, und können auch Konzepte wie Normalformen, Integritätsregeln und ähnliches anwenden. Zudem erlernen sie die Grundlagen der Datenbankadministration und von Berechtigungssystemen, wobei abhängig von der jeweiligen Fachrichtung unterschiedlich tiefe Einblicke erfolgen.

2.3 Didaktische Überlegungen zur Gestaltung des adaptierten Lehr-Lernmaterials

Vergleicht man die Systeme *beruflicher* und *hochschulischer Bildung*, erkennt man, dass sie von unterschiedlichen Sichtweisen ausgehen: Während ein Hochschulstudium nach fachlich abgegrenzten Modulen strukturiert ist (vgl. auch [De16]), orientiert sich die berufliche Bildung in ihren Ordnungsdokumenten an Arbeitsprozessen, die im Rahmenlehrplan als Lernfelder abgebildet werden und didaktisch reduzierte berufliche Handlungsfelder darstellen (vgl. bspw. [BS98] oder [KS01]).

Um diese beiden Sichtweisen zusammenzuführen, und auch die Vorerfahrungen der Fachinformatiker/innen einzubeziehen, sollten sie insbesondere in den frühen Phasen des Studiums „dort abgeholt werden, wo sie sich befinden“, wie es umgangssprachlich oft formuliert wird. Betrachtet man daher das eher praktisch orientierte Vorwissen der Studierenden als Präkonzept im Sinne des Conceptual Change [CSD94], wird das bestehende Konzept mit Hilfe von sinnvoll gestaltetem Material durch die Studierenden zu einem theoretisch und mathematisch untermauerten Konzept aktiv umgebaut. In der Umsetzung der Adaption heißt das, dass ihnen (ähnlich dem Unterricht an einer Berufsschule) eine Lernsituation als didaktisch reduzierter Handlungsprozess angeboten wird. Die Studierenden werden dazu motiviert, die für die Lösung dieser Aufgaben notwendigen, ihnen jedoch fehlenden fachtheoretischen Kenntnisse zu erwerben und damit ihre berufspraktischen Kompetenzen zu fundieren.

Das Anknüpfen an die schon aus dem schulischen Teil der Ausbildung bekannten Wissenskomponenten hat noch einen weiteren Vorteil: Es erlaubt ihnen,

7 Relevante Fachrichtungen der Fachinformatiker/innen sind *Anwendungsentwicklung* oder *Systemintegration*. Die Neuordnung der IT-Berufe trat erst zum Ausbildungsjahr 2020/21 in Kraft, Absolventen der beiden neuen Fachrichtungen *Daten- und Prozessanalyse* sowie *Digitale Vernetzung* sind daher noch nicht zu erwarten.

ihren durch das erforderliche vernetzte und aktive Lernen im Studium relativ hohen sog. Cognitive Load zu vermindern [Sw11] indem die Lernenden eigene Wissenslandkarten aufbauen und erweitern (vgl. u. a. [Re12]). Der Cognitive Load sinkt, wenn sich das neue in das schon vorhandene Wissen einbauen lässt, wenn also die während der Ausbildung entwickelte Wissenslandkarte erweitert, vertieft und ergänzt werden kann, anstatt eine komplett neue zu erstellen – um anschließend die beruflich aufgebaute mit der akademisch entwickelten Karte in Einklang zu bringen. Daher sind explizite Bezüge im Lehr-Lernmaterial zum schon bekannten Inhalt der Ausbildung positiv zu bewerten und bei der Adaption vorzusehen.

3 Adaption des Lehr-Lernmaterials

Im vorherigen Abschnitt wurde sehr allgemein dargestellt, welche grundsätzlichen Kompetenzen Fachinformatiker/innen ins Studium der Informatik mitbringen und welche generellen Folgen dies für eine Adaption des Materials nach sich zieht. Aus diesen allgemeinen Überlegungen ergeben sich anschließend die folgenden Fragen, die in diesem Abschnitt beantwortet werden:

- Welche fachlichen Kompetenzen fehlen aus hochschulischer Sicht der Gruppe der Fachinformatiker/innen?
- Wie muss das Lehr-Lernmaterial entwickelt werden, damit die Studierenden ihre individuellen Defizite erkennen und in der Folge ihren individuellen Lernweg zum Entwickeln der fehlenden Kompetenzen gestalten können?

Um die bestehenden Lehr-Lernmaterialien für die Studierenden gewinnbringend zu adaptieren, wird ein Design-Science-Ansatz (vgl. bspw. [DH16]) verwendet, in dessen Rahmen die Adaption des Kurses „Datenbanken“ prototypisch umgesetzt und evaluiert wird.

3.1 Analyse bestehender Materialien

3.1.1 Struktur des Kurses „Datenbanken“

Einen ersten Schritt der Adaption stellte die ausführliche Analyse der vorhandenen Lehr-Lerntexte dar. Hierzu wurde der Lehrtext sowohl anhand seiner (num-

merierten) Abschnitte als auch durch detaillierte Textanalyse zerlegt. Hierbei wurden auch die jeweils zu erwerbenden Kompetenzen erfasst. Anschließend wurden die logischen Abhängigkeiten und Verweise innerhalb der Abschnitte in einem Satz von Concept-Maps dargestellt (vgl. Abb. 1). Auf diese Weise war es möglich, sowohl einen Gesamtüberblick als auch ein tieferes Verständnis für die sachlogischen Zusammenhänge des bestehenden Lehr-Lernmaterials zu erhalten.

Die Inhalte sind nicht entlang eines Entwurfsprozesses für Datenbanken angeordnet. Nach einer Übersicht über grundlegende Begriffe und Konzepte beschäftigt sich der Kurs in Abschnitt 2 mit einem Überblick über die *Architektur eines Datenbanksystems* und in Abschnitt 3 mit *Relationalen Datenbanken*, wozu grundlegende Sprachen und der Entwurfsprozess zählen, in dessen Rahmen auch Konzepte wie Normalisierung oder Anomalien behandelt werden.

3.1.2 Kompetenzlücke: Fehlende Inhalte der Ausbildung

Um einen *Inhalts- und Niveauevergleich* zwischen Ausbildungsinhalten und den Qualifikationszielen des Kurses „Datenbanken“ durchzuführen, wurde das u. a. auf den Ordnungsdokumenten basierende, arbeitsprozessorientierte Kompetenzstrukturmodell für die Ausbildung zum/r Fachinformatiker/in [Op20] verwendet, das die Kompetenzen beschreibt, die ein/e Fachinformatiker/in am Ende der Ausbildung entwickelt haben sollte. Der Vergleich selbst wurde mittels des im Rahmen des Projekts „Durchlässigkeit“ entwickelten Tools AsTRA [OND22] durchgeführt. AsTRA unterstützt Inhalts- und Niveauevergleiche der Learning Outcomes verschiedener Bildungssysteme durch die Einführung eines algorithmisierten, nachvollziehbaren und verlässlichen Verfahrens.

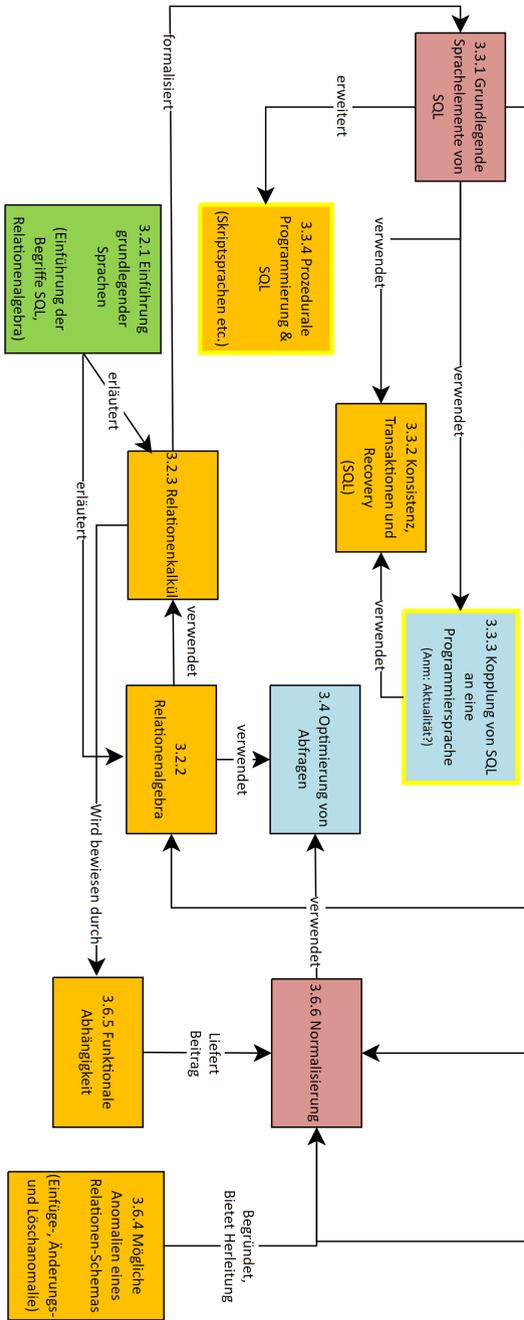


Abb. 1: Ausschnitt aus der Concept Map des Kurses „Datenbanken“. Die Farbcodierung entstand bei der Analyse des Kurses: blau = exkursähnliche Texte, rotbraun = große, weiter zu zerlegende Abschnitte, orange = inhaltlich abgeschlossene Abschnitte, grün = ergänzende Abschnitte.

Ziel ist, durch dieses Tool Anrechnungsentscheidungen zu vereinfachen und reliabel zu gestalten. Die Analyse, ob ein Modul oder Kurs durch Inhalte der Ausbildung schon abgedeckt wurde, wird in einem zweistufigen Verfahren durchgeführt: Zunächst wird überprüft, ob die Kompetenzziele der Ausbildung inhaltlich gleichwertig zu den Zielen des Moduls sind. Ist dies gegeben (in der Regel, wenn mindestens 75 % Inhaltsüberlappung vorliegt, vgl. [MT11]), wird geprüft, ob auch das generelle Kompetenzniveau als gleichwertig zu sehen ist. Hierfür werden unter anderem die Ausprägungen der jeweiligen DQR-Niveaus [Bu13] (u. a. erkennbar anhand der verwendeten Niveauindikatoren der Taxonomie nach Anderson & Krathwohl [AK01]) gegenseitig in Relation gesetzt, um so eine Entscheidung für oder gegen die Anrechnung von Lernergebnissen treffen zu können. Da für die Adaption die Niveauuntersuchung als nicht notwendig erachtet wurde, wurde hier der detaillierte *Inhalts-*, nicht aber der algorithmisierte *Niveauvergleich* durchgeführt.

In Abb. 2 sind die zu erwerbenden Kompetenzen der beiden Bildungsgänge zu sehen, strukturiert nach den jeweiligen Themenbereichen. Man erkennt, dass nicht alle Bereiche von beiden Bildungsgängen abgedeckt werden – Themen wie die Administration und Sicherung von Datenbanksystemen sind Teile der Ausbildung, aber nicht des Kurses, und werden in diesem Ausschnitt der Inhaltsanalyse nicht mitdargestellt. Obwohl sich die Granularität der Lernergebnisbeschreibungen erheblich unterscheidet, kann doch von einer Inhaltsüberdeckung auf ähnlichen Niveaus in vielen relevanten Bereichen ausgegangen werden.

Ein großer Unterschied zeigt sich jedoch beim Grad der Formalisierung des zu erwerbenden Wissens: Die verschiedenen mathematischen Verfahren, Beweissysteme und Darstellungssprachen (mit Ausnahme von SQL) sind nicht Bestandteil der Ausbildung. Relevant für den Kurs „Datenbanken“ sind im Wesentlichen das *Relationenkalkül* und die *Relationenalgebra*, außerdem alle Themen, die diese Verfahren anwenden, wie die Definition bzw. der *Nachweis von (voller) funktionaler Abhängigkeit* oder die *Optimierung von Abfragen*. Weitere durch die Ausbildung nicht abgedeckte Bereiche sind beispielsweise die erweiterte Darstellung des ERM oder einige Aspekte von SQL⁸ (Subqueries und Transaktionen werden in der Regel nur in der Fachrichtung Anwendungs-entwicklung behandelt).

8 Das heißt nicht, dass diese Inhalte nicht doch einigen Fachinformatikern/innen bekannt sein könnten – es handelt sich lediglich nicht um verbindliche Teile der Ausbildung.

| Nr. | Kompetenz oder Wissenselement | HF | Bereich | Themenbereich |
|-----------|---|----|-----------|-----------------------------------|
| FI1 | Fi kennen, Werkzeuge zur Modellierung und Strukturierung von Datenbanken. | 3 | Wissen | |
| FI18 | Fi kennen, Architekturen von Datenbanksystemen. | 4 | Wissen | Datenbankkonzepte und Architektur |
| FI15 | Fi entwickeln, unternehmens- oder kundenspezifische Konzepte zur Entwicklung von Datenbanken. | 3 | Kompetenz | |
| FI16 | Fi erstellen, weitgehend selbstständig Datenbankkonzepte und -anwendungen nach Kundenwünschen. | 3 | Kompetenz | |
| FI16 | Fi erstellen, weitgehend selbstständig Datenbankkonzepte und -anwendungen nach Kundenwünschen. | 3 | Kompetenz | |
| SI94/W182 | Si erstellen, weitgehend selbstständig Datenbankkonzepte und -anwendungen nach Kundenwünschen. | 4b | W1819 | Entity-Relationship-Modell |
| W1811 | Si erstellen ein relationales Datenmodell graphisch dar Normalform nach textueller Beschreibung | 4 | W1819 | |
| W183 | Si vergeben Fremd- und Primärschlüssel | 4b | W1819 | |
| W184 | Si wenden Beziehungen und Kardinalitäten in gegebenen Fragestellungen an | 4b | W1819 | Relationales Modell/ Begriffe |
| SI911 | Si erstellen relationale Datenmodelle nach Anweisungen | 4a | SI9 | |

| Nr. | Qualifikationsziel / Lernergebnis | Themenbereich |
|------------------------|--|--|
| Studierende können ... | | |
| K01 | dies Grundkonzepte von Datenbanksystemen erklären. | Datenbankkonzepte und Architektur |
| K11 | die 3-Ebenen-Architektur eines Datenbanksystems beschreiben. | |
| K02 | ER-Diagramme für einfache Anwendungen erstellen. | |
| K03 | ER-Diagramme für einfache Anwendungen auf Relationenschemata abbilden. | Entity-Relationship-Modell |
| K16 | einen Datenbankentwurf als Entity-Relationship-Modell umsetzen. | |
| K04 | zentrale Begriffe, wie z.B. Relation, Schlüssel, funktionale Abhängigkeit formal definieren. | Relationales Modell/ Begriffe |
| K12 | ein Relationales Modell einer Datenbank beschreiben. | |
| K05 | Operationen der Relationenalgebra erklären. | |
| K06 | Anfragen in Algebra formulieren. | Relationenalgebra und Relationenkalkül |
| K13 | Abfragen in der Anfragesprache - Relationenalgebra | |
| K14 | Abfragen unter Verwendung eines Relationenkalküls | |

Abb. 2: Querschnitt aus dem Inhaltsvergleich mittels AsTRA – links die Learning-Outcomes der Ausbildung, die in Übereinstimmung mit dem zugrundeliegenden Kompetenzstrukturmodell [Op20] als *Kompetenz* bzw. *Wissenselement* bezeichnet werden. Rechts finden sich die im Kurs zu erwerbenden Kompetenzen, in Übereinstimmung mit dem zugrundeliegenden Modulhandbuch als *Qualifikationsziel* bzw. *Lernergebnis* bezeichnet. Die Farbboodierung dient der Unterscheidung der Datenherkunft: Auf Seiten der Ausbildung blau und orange – Kompetenzstrukturmodell; grau und violett – versch. Bereiche der Berufsausschlussprüfung; Auf Seiten des Studiums: blau – Modulhandbuch; gelb – Übungs- und Einsendaufgaben.

Die in der Ausbildung fehlenden Inhaltselemente finden sich im bestehenden Lehr-Lernmaterial an sehr unterschiedlichen Stellen, stehen aber in einem logischen Zusammenhang mit anderen Themenfeldern (vgl. Abb. 1). Die Adaption des Lehrtextes für unterschiedliche Lernwege der Studierenden kann damit nicht durch „Weglassen“ von Abschnitten oder einfache Hinweistexte gelöst werden.

3.2 Grundlegende Konzeption der Lehrtextadaption

Die bisherigen Gedanken und Erkenntnisse wurden in einem strukturierten Rahmenkonzept vereinigt:

Die Fachinformatiker/innen erhalten das adaptierte Lehr-Lernmaterial in einer *Moodle-Umgebung*, ergänzend zum originären, gedruckten Lehr-Lerntext. Blended Learning und insbesondere Moodle als Lernumgebung sind an der FernUniversität in Hagen flächendeckend eingeführt und daher allen Studierenden vertraut, so dass hierdurch kein neuer Cognitive Load geschaffen wird.

Um die neuen Wissens Elemente in die Landkarte des individuellen Vorwissens einbauen zu können, wird analog zu den Methoden des Berufsschulunterrichts eine durchgängige *Lernsituation* entwickelt, die den gesamten Entwicklungsprozess einer Datenbank umfasst und die Studierenden entlang dieses Prozesses durch die Lehr-Lernmaterialien führt. Lernen anhand einer beruflichen Handlungssituation ist den Studierenden vertraut, und die Verknüpfung mit bekannten Methoden erleichtert den *Konzeptwechsel von einem eher berufspraktischen hin zu einem akademischen Wissenskonzept*. Da die üblichen Abläufe eines Datenbankentwicklungsprozesses nicht mit der Struktur des Lehr-Lerntextes übereinstimmen (vgl. Abb. 3), müssen die möglichen Wege durch das Material auch unter Einbezug der zuvor entwickelten Concept-Maps (vgl. Abb. 1) entwickelt werden.

Die mit dieser Lernsituation verbundenen *Aufgabenstellungen* werden kompetenzorientiert formuliert. Es wird kein *Detailwissen* erwartet, sondern *Verständnis* für das Thema. Bei der Formulierung wird beachtet, welche Probleme und Fehlvorstellungen von Lernenden zum Thema Datenbanken bekannt sind. Ntshalinthal et al. [NC20] benennen verschiedene Fehlvorstellungen sowohl auf deklarativer als auch konzeptueller Ebene, die auch bei den Fachinformatikern/innen zu erwarten sind: So würde beispielsweise die 3. NF als nachteilig für die effiziente Datenabfragen gesehen oder angenommen, dass Schlüssel

immer eindeutig sein müssten (jeweils deklarativ). Auch die von den Autoren benannte fehlende Fähigkeit, die Konzepte Tabelle und Relation zu verbinden (konzeptuell), sind neben anderen Fehlvorstellungen auch bei Fachinformatikern/innen zu erwarten. Poulsen et al. [Po20] untersuchten digital eingereichte Lösungen von Studierenden zu SQL-Statements. 27 % der Fehler, die zum Abbruch der Aufgabe führten, stellen in dieser Untersuchung Syntax-Fehler dar, semantische Fehler beziehen sich besonders auf die Verwendung von JOIN, GROUP BY sowie Subqueries – Konzepte, die damit von den Autorinnen und Autoren als schwierig identifiziert wurden.

Weiter betonen beide Gruppen die Wichtigkeit eines positiven und konstruktiven *Feedbacks*. Ntshalintshali et al. empfehlen außerdem, die *Fehler* als solche zu benennen und eine Formulierung des Feedbacks zu wählen, die „den Lernenden bewusst macht, dass das, was sie als nächstes lesen werden, vermutlich in Konflikt zu ihrem bestehenden Wissen stehen wird“ ([NC20, S. 2166], Übersetzung durch Erstautorin). Auch Gusukama et al. [Gu18] empfehlen dieses Vorgehen, so dass auch wir diesem folgen. Die *Rückmeldungen* zu den Aufgaben werden daher so gestaltet, dass sie nicht nur Empfehlungen zu den nächsten Lernschritten geben, sondern auch die Fehler erläutern – oder im Fall der richtigen Lösung ein positives Feedback geben. Eine derartige Rückmeldung ist nicht nur hilfreich zur individuellen Adaption des Lernweges, ein direktes Feedback nach jeder Aufgabe, das an der Lösung orientiert ist, erhöht auch die Motivation und das Durchhaltevermögen der Studierenden [Ma20; MOB13].

3.3 Konstruktion der Lernsituation und Aufgabenstellungen

Als Lernsituation und Kontextualisierung wurde die „*Entwicklung der Datenbank für ein hauseigenes Ticketsystem namens ‚doTics‘*“ eines fiktiven Unternehmens gewählt. Zur Umsetzung des Datenbank-Entwicklungsprozesses wurden insgesamt 12 Szenarien mit unterschiedlichen Aufgabenstellungen entwickelt; Abb. 4 zeigt einen Ausschnitt zum Thema *Datendefinition/SQL*, Tab. 1 einen Überblick über den Ablauf des Szenarios.

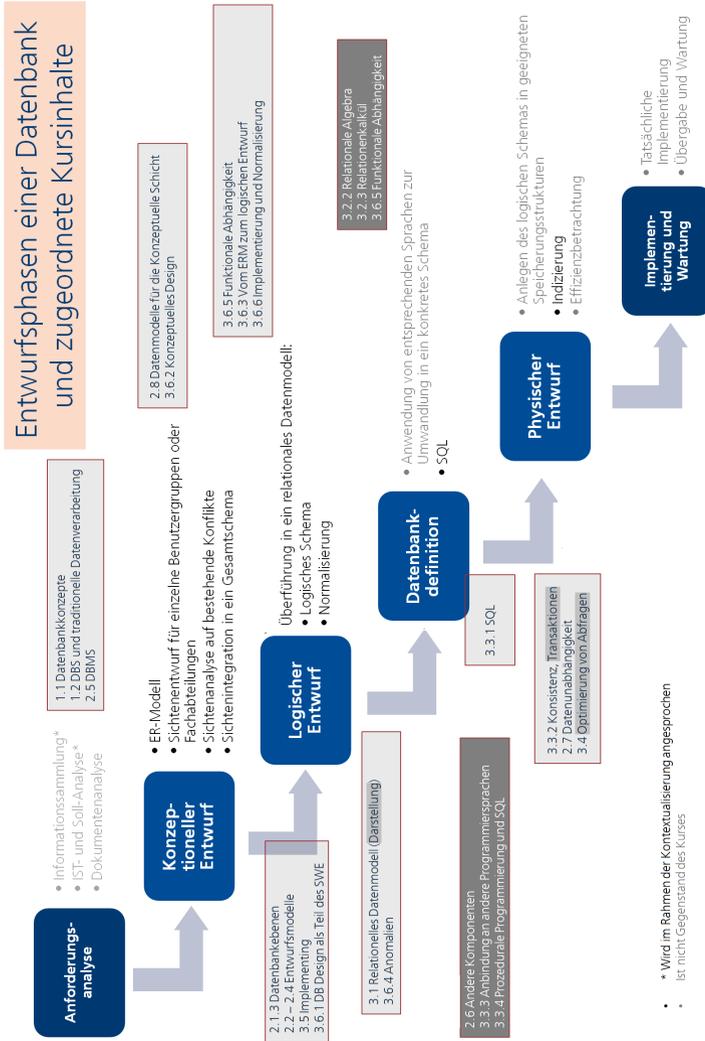


Abb. 3: Typischer Ablauf des Datenbankentwicklungsprozesses, wie er in der Berufsausbildung erlernt wird. Grau gedruckte Inhalte der Prozessphasen sind nicht Teil des betrachteten Datenbankurses der FernUniversität in Hagen. Die nummerierten Elemente zeigen die Abschnitte im Lehr-Lernkontext des hochschulischen Kurses, dunkel hinterlegt wurden die Inhalte, die nicht oder nur unzureichend Teil der Ausbildung sind.

Tab. 1: Überblick über die Lernsituation. Die verschiedenen Teilschritte decken die gesamten Inhalte des Kurses „Datenbanken I“ ab.

| <i>Schritt</i> | <i>Titel</i> | <i>Themen</i> |
|----------------|--|--|
| 00 | Schön, dass Sie da sind! | Überblick über die Lernsituation |
| 01 | Die TutNix GmbH und ein neues Projekt | Vorteile und Funktion von DBS |
| 02 | Grobentwurf des Ticketsystems „doTics“ | DB-Entwicklungsprozess, Grundbegriffe und Eigenschaften von DBS |
| 03 | Konzeption von „doTics“ | Entwickeln eines ERM |
| 04 | Logischer Entwurf – Vorbereitung | Anomalien, Grundlagen von Normalformen |
| 05 | Logischer Entwurf für „doTics“ – Überführung in die 3. NF | Schrittweises Entwickeln des logischen Modells in der 3. NF |
| 06 | Bericht an die Geschäftsleitung – mathematische Begründung des logischen Entwurfs von „doTics“ | Relationenkalkül und Relationenalgebra |
| 07 | Es ist soweit – die Datenbank für „doTics“ wird implementiert! | SQL – DDL mit Beachtung von Schlüsseln und Beziehungstypen |
| 08 | „doTics“ entsteht – Eintragen und Ändern von Datensätzen | SQL – DML |
| 09 | Abfragen von Informationen | SQL – DQL mit Joins, Fkt., Subqueries |
| 10 | Die Datenbank crasht. . . | Transaktionsmanagement |
| 11 | Das System lahm. . . | Optimierung von Datenbankabfragen – Operatorbäume, Relationenalgebra |
| 12 | „doTics“ wächst zusammen! | Datenunabhängigkeit; Anbindung an Anwendungsprogramme |

Anschließend wurden die verschiedenen Abschnitte des bestehenden Lehrtextes den Szenarien der Lernsituation zugeordnet. Die Aufgabenstellungen wurden so entwickelt, dass nur Inhalte thematisiert werden, die Fachinformatikern/innen typischerweise als schwierig betrachten sind oder die aus der Literatur bekannte Fehlerquellen darstellen. Zu Inhalten, die nicht Teil der Ausbildung sind, wurden keine Aufgabenstellungen entwickelt.

Es zeigte sich, dass neben dem Ablauf des Entwicklungsprozesses bei der Empfehlung der Abfolge der Lernschritte immer wieder ein Abgleich mit der entwickelten Concept-Map (vgl. Abb. 1) stattfinden muss, um die jeweiligen Lernvoraussetzungen zu erfüllen. Zu den kursrelevanten Aspekten⁹ des Datenbankentwicklungsprozesses erhalten die Fachinformatiker/innen am Ende spezielle, auf den Kontext der Lernsituation bezogene Aufgabenstellungen.

„Ok, die Datenbank passt wie vereinbart zu unserem Softwarestand, sehr schön! Das heißt, vielleicht könntet ihr ein paar Testdatensätze anlegen, damit wir etwas haben, mit dem wir die Software testen können?“ Mit diesen Worten steht Ihr Kollege Guido van Montyp bei Ihnen. Sie vereinbaren, sowohl Agenten als auch Kunden testweise anzulegen. Wie immer erhalten Sie hierbei Unterstützung durch die Auszubildende.

Sie legen den Kunden *Schorsch Schlau*, *schschlau@zpinky.com* an, der bei der Firma *ZimtPinky GmbH* arbeitet, die sich im *Salzweg 42* in *58090 Hagen* [...]

„Schauen Sie mal, irgendetwas ist falsch bei meinen Agenten, ich bekomme immer Fehlermeldungen, dass die Datensätze nicht angelegt werden können. Können Sie mir sagen, was ich falsch mache? Hier ist meine Syntax:“

```
INSERT INTO agent
(agentID, agentFachabt, agentVorname, agentNachname )
VALUES
(4, ‚Marvin‘, ‚Robott‘),
(‚Softwareentwicklung‘, ‚Arthur‘, ‚Tend‘)
```

Abb. 4: Ausschnitt des Texts zu Szenario 08: „Eintragen und Ändern von Datensätzen mit SQL“. Fehler sind hier semantisch: falsche Argumentanzahl, falscher Datentyp für *agentFachabt*; letzteres ist nur durch Analyse des DB-Modells zu erkennen.

Eine Limitation des verwendeten Moodle-Systems ist, dass im Moment nur Single- und Multiple-Choice-Aufgaben eingesetzt werden können. Um

⁹ Aspekte der Fachinformatiker/innenausbildung wie Benutzerverwaltung, Sicherheit oder Betreuen eines Datenbankservers sind nicht Teil des Kurses „Datenbanken“ und werden daher ausgeklammert.

dennoch kompetenzorientierte Fragestellungen höherer Anforderungsniveaus zu formulieren, kamen verschiedene Arten von Fragetypen zur Anwendung:

Zuordnungs- oder Sortieraufgaben: Bspw. Beschriftung von Elementen eines ERM oder die Ermittlung der Reihenfolge von Arbeitsschritten. Dies wird durch das Anbieten verschiedener Begriffspaare (z. B. Entity – Rechteck) oder Reihenfolgen von Prozessschritten realisiert, woraus die richtigen gewählt werden müssen.

Entwicklung und Beschreibung eines Modells: Modelle sind nicht automatisiert auswertbar. Sie werden daher von den Studierenden entwickelt, anschließend beantworten diese Fragen zu den Modelleigenschaften, z. B. Anzahl von Entities, Vorgehensschritte (z. B. zur Normalisierung) oder Struktureigenschaften (z. B. Entitytypen).

Analyse von SQL-Statements: Die Studierenden erläutern die Funktion oder Ausgabe einer Abfrage. In einer anderen Variante sollen die Studierenden syntaktische oder semantische Fehler finden (vgl. Abb. 4), um damit ihr Verständnis von SQL zu überprüfen.

Synthese von SQL-Abfragen: Die Studierenden wählen das richtige Statement zur Lösung eines gegebenen Problems.

In allen Fragetypen beschreiben die unterschiedlichen Distraktoren Fehlvorstellungen, die je nach Fehler zu verschiedenen Empfehlungen für die Weiterarbeit führen.

Zu Themen, die nicht Teil der Ausbildung sind, werden *Selbsteinschätzungen* erfragt. Beispiel ist hier „*Ja, ich kann Relationen und verschiedene Operationen der Relationenalgebra darstellen und zur Darstellung von Tupeln, Verbänden oder Abfragen verwenden.*“ oder „*Nein, ...*“. Im ersten Fall wird empfohlen, zur Bestätigung die zugehörigen Übungsaufgaben des Lehrtextes zu bearbeiten, im zweiten (wahrscheinlicheren) Fall erfolgt der Verweis auf das entsprechende Kapitel im Material.

3.4 Umsetzung der adaptierten Lehr-Lernmaterialien in Moodle

Die für die Kontextualisierung der Adaption des Kurses „Datenbanken“ entwickelte Lernsituation wurde im Anschluss an die inhaltliche Entwicklung mit den Lehrtexten zu einer Einheit zusammengeführt. Um den Cognitive Load der

Studierenden nicht weiter zu erhöhen, wurde die Gestaltung der Druckmaterialien ohne Änderungen in einen Markup-Text übernommen, der den Studierenden vollständig zur Verfügung steht. Da teilnehmende Fachinformatiker/innen die gleiche Modulabschlussprüfung wie alle anderen Studierenden ablegen, ist dies auch ein rechtlich notwendiges Vorgehen. Eine sehr detaillierte Labelung erlaubt eine genaue Adressierung einzelner Textabschnitte, so dass auch weitere Unterstützung oder Weiterverwendung für andere Vorausbildungen leicht möglich sind (vgl. [DKS99]). Die Aufgaben selbst liegen als JSON-Dateien vor und werden zusammen mit der Beschreibung der Situation über Skripte aufgerufen, sobald die Lernenden die entsprechend gelabelte Textstelle – in der Regel Überschriften – erreichen.

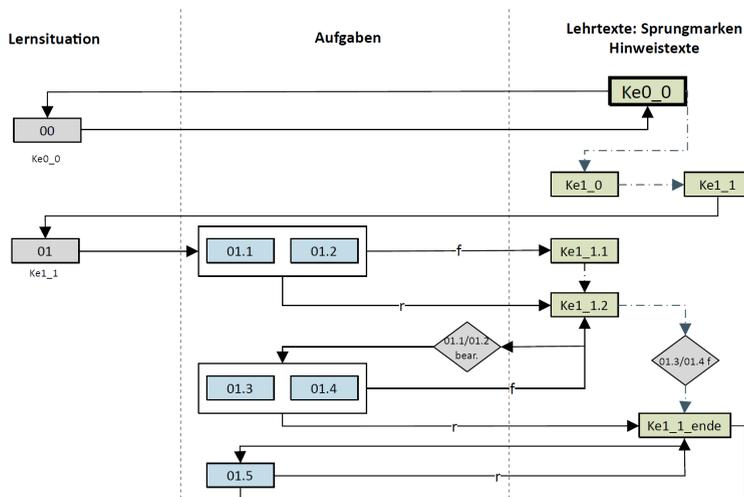


Abb. 5: Ausschnitt aus dem Ablaufdiagramm des adaptierten Lehr-Lernmaterials. Zu jedem Szenario der Lernsituation (00, 01) gibt es mindestens eine Aufgabe (01.1, 01.2, ...). Lehrtextstellen werden durch ihre Label benannt. Linien: Verweise/Sprünge; gestrichelte Linien: zu bearbeitende Textabschnitte; Rauten: Vorbedingungen.

Auch das Feedback wird skriptbasiert aufgerufen. Es besteht immer aus mindestens zwei Teilen:

Zunächst erhalten die Studierenden eine Information, ob sie die Aufgabe richtig gelöst haben (z. B. „*Sehr gut! Sie haben den Fehler in dieser komplexen Abfrage gefunden! Wie Sie sicher bemerkt haben, bewirkt der Fehler [fachlicher Hinweis]. Weiter so!*“ oder „*Leider ist die Lösung falsch. Sie haben übersehen,*

dass [fachlicher Hinweis] notwendig ist.“). Falls sinnvoll, werden auch noch weitere Hinweise zur richtigen Lösung gegeben.

Im nächsten Teil erhalten sie eine Empfehlung, wie sie weiterarbeiten sollten (z. B. „*Wie es aussieht, haben Sie aus der Ausbildung noch umfassendes Wissen über das Thema. Daher können Sie Abschnitt ... überspringen und wir empfehlen Ihnen, bei Abschnitt ... mit dem nächsten Schritt der Datenbankentwicklung weiterzumachen.*“ oder „*Es scheint, dass Ihnen noch Wissen über ... fehlt. Daher empfehlen wir Ihnen, im nächsten Schritt Abschnitt ... zu bearbeiten, um das eventuell Fehlende aufzuarbeiten.*“).

Dieser Ablauf wurde für die gesamte Lernsituation modelliert (vgl. Abb. 5) und anschließend in Moodle implementiert.

4 Adaption der individuellen Lernwege durch die Studierenden

Die *Adaption der individuellen Lernwege* wird durch die in Abschnitt 3.4 beschriebenen Rückmeldungen des Moodle-Systems initiiert. Folgen die Studierenden den Vorschlägen, vermeiden sie ein „doppeltes Lernen“ von ihnen bereits gut bekannten Inhalten, ohne dass sie selbst das Lehr-Lernmaterial diesbezüglich durchsuchen müssen. Inhaltsbereiche, die für sie neu sind oder die sie nicht (mehr) beherrschen, werden sie jedoch vollständig bearbeiten.

Der Moodle-Kurs mit den adaptierten Lehr-Lernmaterialien wird allen Studierenden der Informatik zur Verfügung gestellt. Um die Adaption der eigenen Lernwege gezielt den Fachinformatikern/innen anzubieten, wird in einer einführenden Kurzbefragung die Vorbildung bzw. eine kurze Einschätzung der Vorkenntnisse („ich habe keine/grundlegende/hohe Kenntnisse im Bereich relationaler Datenbanken“) erbeten. Im ersten Durchlauf wird die Lernsituation nur für die Personen, die angeben, über eine Fachinformatiker/innenausbildung zu verfügen, sichtbar sein. Für spätere Versionen ist geplant, die Lernsituation allen zugänglich zu machen, die mit der adaptierten Version arbeiten möchten.

Der oder die Studierende beginnt, den adaptierten Lehrtext zu bearbeiten. Nach einer generellen Einführung in den Lehrtext erreicht man das erste Label, dort wird zunächst die Einführung zur Lernsituation (Situation 00, vgl. Abb. 5) eingeblendet, anschließend die erste richtige Lernsituation (01), und im Anschluss die zugehörigen Aufgabenstellungen (01.1 und 01.2). Nach der

Beantwortung der Fragen erhalten die Studierenden sofort ein Feedback einschließlich einer Empfehlung zur Weiterarbeit (vgl. Abschnitt 3.4). Da die Sicherheit, mit der die Antwort gegeben wurde, bei der Beantwortung der Fragen nicht bekannt ist, wird den Studierenden freigestellt, ob sie der gegebenen Empfehlung folgen möchten – auch eine richtige Antwort kann geraten sein, eine falsche nur ein „Verklicken“, d. h. versehentliches Auswählen einer falschen Antwort.

Damit sind verschiedene Ausprägungen der generellen Nutzungsszenarien denkbar:

- Ein Studierender liest den Lehr-Lerntext streng linear. Die Person folgt keiner der Empfehlungen und erhält dennoch (allerdings nicht in der Reihenfolge des Datenbankentwicklungsprozesses) alle Szenarien der Lernsituation. Das entspricht im Wesentlichen der Arbeit mit dem bisherigen (gedruckten) Material, ergänzt um die zusätzlichen Übungen der Lernsituation.
- Beantworten Studierende alle Fragen falsch, werden sie ebenfalls alle Teile des Lehrtextes bearbeiten, allerdings in der Reihenfolge des verwendeten Datenbankentwicklungsprozesses. Selbiges würde geschehen, wenn sie trotz der Empfehlung, Teile auszulassen, nach den Handlungssituationen alle Abschnitte des Lehr-Lerntextes bearbeiten würden.
- Können Studierende alle Aufgabenstellungen aus dem Bereich der Ausbildung richtig lösen und folgen den Empfehlungen, bearbeiten sie nur die Bereiche des Lehr-Lernmaterials, die für die Gruppe der Fachinformatiker/innen neue Inhalte (vgl. Abschnitt 3.1.2) enthalten.

Während der ersten Einsätze wird im Wesentlichen die Frage im Fokus stehen, wie die Studierenden mit dem Material umgehen.

5 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Beitrag stellen wir eine Adaption von Lernwegen durch die Nutzung adaptierter Lern-Lernmaterialien für Studierende mit einer Ausbildung zum/r Fachinformatiker/in vor. Die Einführung von derartigen Lehr-Lernmaterialien stellt für die große Gruppe von Studierenden, die im Beruf stehen, eine wichtige Anerkennung ihrer bisherigen Berufserfahrung dar. Sie nutzen ihr berufsbezogenes Vorwissen und können je nach mitgebrachter Kompetenz ihren Workload

für die Bearbeitung des Kurses signifikant senken, auch wenn natürlich die Bearbeitung der Lernsituation selbst Aufwand bedeutet. Dieser wird von den Autoren aber wesentlich geringer eingeschätzt als die potentielle Ersparnis an Zeit und Lernaufwand und der Zugewinn an Motivation, der durch die Wertschätzung der beruflichen Tätigkeit erfolgen kann.

Die Implementierung steht vor dem Abschluss und wird anschließend umfassend getestet und optimiert. Im daran anschließenden prototypischen Einsatz wird das Material mit Studierenden erprobt. Dem Gedanken der Design Science Research folgend, wird in einem weiteren Zyklus das Material weiterentwickelt und danach auch für Studierende mit anderer Vorbildung zur Adaption auf individueller Ebene bereitgestellt.

Weiteres Optimierungspotential bietet das Verfahren selbst: Die Möglichkeit der Adaption des eigenen Lernweges auf Basis durch eine Ausbildung erworbener Kompetenzen ist ein Fortschritt bei der Etablierung institutioneller Wertschätzung für beruflich vorgebildete Studierende, allerdings ist das Verfahren selbst noch sehr statisch: Die Rückmeldungen sind für jede Fehlermöglichkeit fest vorgegeben, Kombinationen von Fehlern oder sich durch den Kurs ziehende Fehlermuster und grundsätzliche Fehlvorstellungen können so nicht erkannt werden. Auch hierfür werden sich jedoch Lösungsansätze entwickeln lassen, sobald sich die „statische Variante“ hinreichend etabliert hat und genügend Daten liefern kann.

Eine große Chance, für die Weiterentwicklung Informationen zu sammeln und zugleich mehr über unsere Studierenden zu erfahren, stellt die verwendete Plattform dar: Die Studierenden geben dort ihre Zustimmung zur automatisierten Erhebung umfassender Daten über ihre Nutzung des Systems. Durch den Einsatz entsprechender Tools hoffen wir erkennen zu können, wie die Studierenden mit der Adaption umgehen, ob es Unterschiede zwischen den Studierenden auf Gruppenebene gibt oder ob sich unabhängig von der Ausbildung Cluster von Lernenden identifizieren lassen – und was zu beachten ist, wenn die Adaption auf weitere Kurse der FernUniversität in Hagen übertragen werden soll. Letzteres ist ein wichtiger Aspekt für eine Adaption weiterer Kurse der FernUniversität in Hagen, zunächst in der Fakultät für Mathematik und Informatik.

Das Projekt „Durchlässigkeit“ wird gefördert durch den *Stifterverband* im Rahmen eines *Fellowship für Innovation in der Hochschullehre*.

Literaturverzeichnis

- [AK01] Anderson, L. W.; Krathwohl, D. R., Hrsg.: A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives (gekürzte Version). Longman, New York u. a., 2001, ISBN: 978-0-321-08405-7.
- [Be19] Benning, A.; Bischoff, W.; Dörr, T.; Dreyer, M.; Fährdrich, S.; Jost, C.; Müskens, W.; Musil, A.; Pape, A.; Preusker, C.; Wiese, M.; Wilms, A.: Anrechnung an Hochschulen: Organisation – Durchführung – Qualitätssicherung. Hochschulrektorenkonferenz, Berlin, 2019.
- [BM20] BMWI für Wirtschaft und Energie: Verordnung über die Berufsausbildung zum Fachinformatiker und zur Fachinformatikerin (Fachinformatikerausbildungsverordnung – FIAusbV) vom 28. Februar 2020, 2020.
- [BS98] Bader, R.; Schäfer, B.: Lernfelder gestalten. Vom komplexen Handlungsfeld zur didaktisch strukturierten Lernsituation. Die berufsbildende Schule 50/7–8, S. 229–234, 1998.
- [Bu13] Bund-Länder-Koordinierungsstelle für Lebenslanges Lernen: Handbuch zum Deutschen Qualifikationsrahmen: Struktur – Zuordnungen – Verfahren – Zuständigkeiten, Berlin, 2013.
- [Bu20] Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF): Berufsbildungsgesetz (BBiG), Berlin, 2020.
- [CSD94] Chi, M. T.; Slotta, J. D.; De Leeuw, N.: From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. Learning and Instruction 4/1, S. 27–43, 1994.
- [De14] Deutsches Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung (GmbH): ANKOM – Übergänge von der beruflichen in die hochschulische Bildung, 2014, URL: <http://ankom.dzhw.eu/>, Stand: 20. 09. 2021.
- [De16] Desel, J.; Falkenberg, E.; Forbrig, P.; Kastens, U.; Koubek, J.; Magenheim, J.; Siegel, G.; Weicker, K.; Zukunft, O.: Empfehlungen für Bachelor- und Masterprogramme im Studienfach Informatik an Hochschulen (Juli 2016). Gesellschaft für Informatik e.V., Bonn, 2016.

- [DH16] Drechsler, A.; Hevner, A.: A four-cycle model of IS design science research: capturing the dynamic nature of IS artifact design. In: Breakthroughs and Emerging Insights from Ongoing Design Science Projects: Research-in-progress papers and poster presentations from the 11th International Conference on Design Science Research in Information Systems and Technology (DESRIST) 2016. DESRIST 2016, S. 1–8, 2016.
- [DKS99] Desel, J.; Klein, M.; Stucky, W.: Virtuelle Kurse durch Wiederverwendung didaktischer Lehrmodule. Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren an der Universität Karlsruhe, Karlsruhe, 1999.
- [Fe21] FernUniversität in Hagen: Hochschulstatistik, Sep. 2021, URL: <https://e.feu.de/statistik>, Stand: 04. 05. 2021.
- [Gu18] Gusukuma, L.; Bart, A. C.; Kafura, D.; Ernst, J.: Misconception-Driven Feedback: Results from an Experimental Study. In: Proceedings of the 2018 ACM Conference on International Computing Education Research. ICER '18, Association for Computing Machinery (ACM, Espoo, Finland, S. 160–168, 2018, ISBN: 9781450356282, URL: <https://doi.org/10.1145/3230977.3231002>.
- [KS01] Kremer, H.; Sloane, P. E.: Lernfelder implementieren. Zur Entwicklung und Gestaltung fächer- und lernortübergreifender Lehr-/Lernarrangements im Lernfeldkonzept (Wirtschaftspädagogisches Forum, 10). Eusl, Paderborn, 2001.
- [Ku02] Kultusministerkonferenz (KMK): Anrechnung von außerhalb des Hochschulwesens erworbenen Kenntnissen und Fähigkeiten auf ein Hochschulstudium (Beschluss der Kultusministerkonferenz, 28.06.2002), 2002, URL: http://www.kmk.org/fileadmin/pdf/ZAB/Hochschulzugang_Beschluesse_der_KMK/AnrechaussHochschule.pdf, Stand: 03. 05. 2021.
- [Ku19] Kultusministerkonferenz (KMK): Rahmenlehrplan für die Ausbildungsberufe Fachinformatiker und Fachinformatikerin, IT-System-Elektroniker und IT-System-Elektronikerin. KMK Referat für berufliche Bildung, Weiterbildung und Sport, Berlin, 2019.

- [Ma20] Marwan, S.; Gao, G.; Fisk, S.; Price, T. W.; Barnes, T.: Adaptive Immediate Feedback Can Improve Novice Programming Engagement and Intention to Persist in Computer Science. In: Proceedings of the 2020 ACM Conference on International Computing Education Research. ICER '20, Virtual Event, New Zealand. Association for Computing Machinery (ACM), New York, NY, USA, S. 194–203, 2020, ISBN: 9781450370929, URL: <https://doi.org/10.1145/3372782.3406264>.
- [MOB13] Mitrovic, A.; Ohlsson, S.; Barrow, D. K.: The effect of positive feedback in a constraint-based intelligent tutoring system. *Computers & Education* 60/1, S. 264–272, 2013.
- [MT11] Müskens, W.; Tutschner, R.: Äquivalenzvergleiche zur Überprüfung der Anrechenbarkeit beruflicher Lernergebnisse auf Hochschulstudiengänge – ein Beispiel aus dem Bereich Konstruktion/Maschinenbau. *bwp@ Spezial 5/Hochschultage Berufliche Bildung 2011/ Workshop 28*, S. 1–17, 2011.
- [NC20] Ntshalintshali, G. M.; Clariana, R. B.: Paraphrasing refutation text and knowledge form: examples from repairing relational database design misconceptions. *Educational Technology Research and Development/ 68*, S. 2165–2183, 2020.
- [OND22] Opel, S.; Netzer, C. M.; Desel, J.: AsTRA – An Assessment Tool for Recognition and Adaptation of Prior Professional Experience and Vocational Training. In (Passey, D.; Leahy, D.; Williams, L.; Holvikivi, J.; Ruohonen, M., Hrsg.): *Digital Transformation of Education and Learning – Past, Present and Future*. Springer International Publishing, Cham, S. 222–233, 2022, ISBN: 978-3-030-97986-7.
- [Op20] Opel, S.: *Entwicklung eines arbeitsprozessorientierten Kompetenzstrukturmodells für die Ausbildung zum Fachinformatiker bzw. zur Fachinformatikerin*, Diss., University of Duisburg-Essen, Sep. 2020.
- [Po20] Poulsen, S.; Butler, L.; Alawini, A.; Herman, G. L.: Insights from Student Solutions to SQL Homework Problems. In: Proceedings of the 2020 ACM Conference on Innovation and Technology in CSE. ITiCSE '20, Trondheim, Norway. Association for Computing Machinery (ACM), New York, NY, USA, S. 404–410, 2020, ISBN: 9781450368742.

- [Re12] Reich, K.: Konstruktivistische Didaktik, Das Lehr- und Studienbuch mit Online-Methodenpool. Beltz, Weinheim und Basel, 2012.
- [Sw11] Sweller, J.: Cognitive Load Theory. In (Mestre, J. P.; Ross, B. H., Hrsg.). Bd. 55, Psychology of Learning and Motivation, Academic Press, S. 37–76, 2011, URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123876911000028>.

Diversität

Nutzung der Personas-Methode zum Umgang mit der Heterogenität von Informatikstudierenden

Dietrich Gerstenberger¹, Felix Winkelkemper¹, Carsten Schulte¹

Abstract: Informatikstudiengänge verzeichnen hohe Abbruchquoten innerhalb der ersten beiden Semester, die häufig mit Leistungsdefiziten oder Motivationsproblemen begründet werden. Eine Ursache dafür, dass trotz intensiver Bemühungen um bessere Lehre und motivationsfördernde Maßnahmen diese Situation im Wesentlichen unverändert bleibt, könnte darin liegen, dass nicht die eine Maßnahme oder der eine Ansatz das Problem im Ganzen lösen kann, sondern dass eine heterogene Studierendenschaft vielmehr nach unterschiedlichen Maßnahmen verlangt. Bisher findet sich wenig Forschung zu differenzierten Studierendentypen in der Informatik. Wir stellen in dieser Arbeit einen Ansatz dafür vor, die Heterogenität der Informatikstudierenden zu ergründen, und beschreiben die Ergebnisse erster Versuche mit diesem Ansatz. Um die große Anzahl von Studierenden auf eine überschaubare Anzahl von Typen mit jeweils ähnlichen Bedürfnissen und Erwartungen zu reduzieren, wird dazu die im Produktmanagement bewährte Personas-Methode adaptiert. Im Rahmen einer Befragung von 170 Informatikstudierenden konnten hierzu bereits einige Personas mit unterschiedlichen Merkmalshäufungen ausgearbeitet werden, die eine gute Grundlage darstellen, um auf dieser Basis differenzierte Interventionen zur Förderung und Motivation der Informatikstudierenden zu entwickeln.

Keywords: Informatik; Studium; Studienabbruch; Lernzentrum; Interventionen; Personas; Identität

¹ Universität Paderborn, Didaktik der Informatik, Fürstenallee 11, D-33102 Paderborn, dietrich.gerstenberger@uni-paderborn.de | felix.winkelkemper@uni-paderborn.de | carsten.schulte@uni-paderborn.de  <https://orcid.org/0000-0002-3009-4904>

1 Einleitung

In einer Studie des DZHW [He17] berichten Heublein et al. über die Gründe für vorzeitige Studienabbrüche an deutschen Hochschulen. 33 % der Befragten gaben Leistungsprobleme als ausschlaggebenden Grund für den Abbruch ihres mathematisch-naturwissenschaftlichen Studiums an, während immerhin 17 % ihren Studienabbruch mit mangelnder Studienmotivation begründeten. In einem Vergleich der Abbruchzahlen der Abschlussjahrgänge von 2010, 2011 und 2014 bescheinigten Heublein et al. eine Verbesserung an den Universitäten in den Ingenieurwissenschaften von 48 % auf 32 %, während die Fachbereiche der Mathematik/Naturwissenschaften, zu denen hier die Informatik gezählt wird, eine konstante Abbruchquote von 39 % aufwiesen.

Um die Abbruchquoten zu senken, setzten Universitäten und sonstige Hochschulen neben anderen Angeboten auf die Institutionalisierung extracurricularer Zusatz- und Hilfsangebote für Informatikstudierende. So richtete auch das Institut für Informatik der Universität Paderborn ein Lernzentrum ein und kann den Studierenden mittlerweile sowohl umfangreiche fachspezifische Unterstützung bieten als auch viele motivierende Angebote machen. Die Notwendigkeit, diese Interventionen stetig an sich ändernde, individuelle Anforderungen der heterogenen Studierendenschaft anzupassen, steht bisher jedoch noch wenig im Fokus und basiert nicht auf einer systematisch erhobenen Grundlage. Zwar ist es durchaus wahrscheinlich, dass nicht alle Studierenden dieselben Bedürfnisse haben und nicht alle mit denselben Angeboten gleich gut gefördert werden können, doch fehlt es an Wissen, welche unterschiedlichen „Typen“ oder „Identitäten“ von Informatikstudierenden es gibt, welche spezifischen Bedürfnisse diese mitbringen und wie Hilfsangebote für die einzelnen Typen aussehen könnten.

Im Rahmen eines systematischen Literaturreviews zum Thema „Identity in Computer Science Education“, dessen Teil mit Fokus auf den primären und sekundären Bildungsbereich bereits veröffentlicht wurde [Gr21], fanden sich nur wenige Studien, die Hinweise auf differenzierte Computer Science Identitäten lieferten. Für den Hochschulbereich arbeiteten Peters und Pears zwei Gruppen von Informatikstudierenden heraus [PP13]: Eine Gruppe hat den Fokus auf die Anwendung des Computers, für die andere Gruppe haben Technologien und deren gesellschaftliche Implikationen eine größere Bedeutung. Davis et al. dagegen fokussieren sich in ihrer Studie auf den Stereotyp des Nerds [DYB14] und zeigen auf, dass innerhalb dieser Personengruppe Iden-

titäten differenzierter betrachtet werden müssen. Die Autoren unterscheiden beispielhaft die Varianten CS-Mathe-Nerd, CS-Spiele-Nerd und CS-Sport-Nerd. Große-Böling et al. gruppieren die Informatikstudierenden gemäß ihren Vorstellungen über den Fachbereich Informatik [GSM19] und benennen dabei Typen wie Mathematiker:in, Techniker:in oder Creator. Letzterer Typ möchte als Informatiker:in die reale Welt beeinflussen, wobei das Programmieren von den Befragten oft als wichtiger Teil der Fachdisziplin hervorgehoben wurde. Große-Böling et al. konnten in ihrer Studie im Weiteren den idealistischen Subtyp Creator identifizieren. Diesem Typus geht es insbesondere darum, „einen positiven Einfluss auf menschliche Probleme im großen Maßstab auszuüben, wie etwa den Klimawandel oder die globale Ernährung“ [GSM19].

Die hier skizzierten Untersuchungen zu Informatikidentitäten beschreiben diese auf unterschiedlichen Ebenen und leisten für sich genommen noch keine kohärente Unterstützung bei der Entwicklung angepasster Unterstützungsangebote. Es fehlen systematische Untersuchungen und die dazu notwendige Methodik, die unterschiedlichen Erwartungen, Fähigkeiten und Bedürfnisse der Informatikstudierenden strukturiert, schnell und mit geringem Aufwand erfassen zu können. Die hier vorgestellte Studie und das eigens für sie entwickelte Studiendesign sollen dazu einen Beitrag leisten.

Es ergeben sich in diesem Zusammenhang folgende Fragestellungen:

RQ1: Wie kann man unterschiedliche Typen von Informatikstudierenden mit ihren spezifischen Merkmalen strukturiert ermitteln und beschreiben?

RQ2: Können differenzierte Lern- und Unterstützungsbedarfe aus dieser Typisierung abgeleitet werden?

2 Theoretische Grundlagen

Die Ansprüche und Vorkenntnisse von Studierenden ändern sich ebenso wie das Berufs- und Wissenschaftsfeld der Informatik stetig. Analysen zur Optimierung des Unterstützungsangebots, welche die genannten Forschungsfragen beantworten können, müssen daher regelmäßig durchgeführt werden. Aus dieser Notwendigkeit lässt sich der Bedarf nach einem leichtgewichtigen Instrument ableiten, das es ermöglicht, das Angebot des Lernzentrums kontinuierlich anhand der Bedürfnisse der Studierenden zu überprüfen. Eine komplexe qualitative Analyse wäre für diesen Anspruch zu schwerfällig, ein einfacher Ankreuzfrage-

bogen hingegen nicht aussagekräftig und vor allem nicht flexibel genug. Als Mittelweg steht im Zentrum des hier vorgestellten Ansatzes die Idee, die in der Wirtschaft bewährte Personas-Methode zur Typisierung von Nutzer:innen [CRC07] auf das Themenfeld der universitären Lernunterstützung zu übertragen und zudem so zu adaptieren, dass sie ressourcenschonend regelmäßig angewendet werden kann, um auch mit den zu erwartenden (niedrigen) Teilnehmendenzahlen aussagekräftige Eindrücke über die Bedürfnisse verschiedener Typen von Informatiker:innen zu erlangen.

In diesem Zusammenhang kann auf den von Nicola Marsden und Monika Pröbster herausgearbeiteten Zusammenhang von Personas und den Identitäten der durch sie verkörperten Personengruppen Bezug genommen werden. Marsden und Pröbster beschreiben in ihrem Artikel [MP19] ein Verfahren, die verschiedenen Identitäten der zu betrachtenden Nutzer:innen in den Eigenschaften und Verhaltensmustern der Personas abzubilden. Basierend auf diesem Zusammenhang soll mittelfristig versucht werden, aus den spezifischen Personas der Informatikstudierenden auf deren differenzierte Identitäten zu schließen. Der von Marsden und Pröbster beschriebene Prozess müsste dazu quasi umgekehrt werden, um aus bereits vorliegenden Personas Einblicke in die eingebetteten differenzierten Identitäten zu erhalten.

2.1 Personas-Methode

Zum Repertoire der Anforderungserhebung im Bereich der Produktentwicklung gehört die von Alan Cooper entwickelte Personas-Methode [Co04], deren Ziel es ist, aus Anwenderbefragungen mittels qualitativer Analyse und Clustering eine sehr viel kleinere Anzahl von prototypischen Nutzer:innen zu generieren. Diese sogenannten Personas werden dann durchgängig vom Entwicklungsteam eingesetzt, um Produktkonzepte darauf aufzubauen und Prototypen des Produkts gegen die Anforderungen und Bedürfnisse der Personas zu prüfen. Am Anfang der Personas-Methode steht dabei immer eine umfangreiche Datenerhebung durch Interviews mit potenziellen Nutzer:innen. Ergänzt werden diese Daten ggf. um Informationen aus Marktanalysen, Daten aus Literaturreviews etc. Im nächsten Schritt werden aus diesen Daten Merkmale extrahiert. Man analysiert dazu die Aussagen der Personen bzgl. der Bereiche Demografie, familiäres Umfeld, Aktivitäten, Ansichten, Begabungen, Motivationen und Fähigkeiten, wodurch sich deduktiv die ersten Kategorien für eine qualitati-

ve Analyse ergeben. Die gefundenen Merkmale werden dann allen Befragten zugeschrieben und jeweils ganz spezifisch mit einem Wert belegt (z. B. die Eigenschaft „Computerkenntnisse“ auf einer Skala [Anfänger, ... Profi]). Daraufhin werden die diskreten Werte aller Befragten betrachtet, um Cluster zu bestimmen. Cooper empfiehlt, bei einer Übereinstimmung in sechs bis acht Merkmalen ein sogenanntes „behavior pattern“ zu vermerken [CRC07].

Hat man mehrere solcher Verhaltensmuster identifiziert, bilden diese die Basis für eine erste Sammlung von Personas. Sofern die gefundenen Verhaltensmuster einer Persona noch nicht alle untersuchten Kategorien abdecken, werden in einem Folgeschritt fehlende Merkmale mit Daten aus den Befragungen der Nutzer:innen synthetisiert. Falls Lücken bleiben, kann es nötig werden, weitere Daten zu erheben und gegebenenfalls den Fokus in Interviews auf bestimmte Personentypen und deren speziellen Eigenschaften zu legen. Erst eine derart vollständige Beschreibung lässt die Persona lebendig werden und erlaubt es, sie als prototypische Nutzer:in im Produktdesign zu verwenden.

Dadurch, dass Personas möglichst idealtypisch sein sollen, ergibt sich zwangsläufig die Gefahr, dass sie einen Stereotyp beschreiben. Phil und Susan Turner diskutieren diesen Sachverhalt, betonen jedoch, dass Stereotypen in den Personas nicht grundsätzlich schlecht sein müssen [TT11]. Hill et al. halten in diesem Zusammenhang aber insbesondere typische Zuschreibungen in Bezug auf Geschlecht und Herkunft für problematisch [Hi17] und verweisen unter anderem auf Studien von Marsden et al., die z. B. in [MLB14] diese Problematik speziell aus der Sicht der Geschlechterrollen beleuchten und Handlungsempfehlungen für eine genderbewusste Entwicklung und Nutzung von Personas geben. Wichtig sind demnach sowohl die vorurteilsfreie Wahrnehmung als auch die Gruppenzugehörigkeit der Personen, die an der Erstellung der Personen beteiligt sind. Das Entwicklungsteam sollte daher alle zu berücksichtigenden Geschlechterrollen abdecken. Weiterhin müssen bei der Ausarbeitung der Personas soziale Identitäten, Detaillierungsgrad und das Vorkommen stereotypischer Merkmale immer wieder kritisch hinterfragt werden.

2.2 Fachspezifische Identität von Informatikstudierenden

Die Grundlage der Personas-Methode ist das Vorhandensein umfangreicher Daten potenzieller Nutzer:innen. Klassischerweise werden diese wie oben beschrieben durch Interviews und eine spezifische Auswertungsmethodik erhoben.

Durch selbstbeschreibende Interviews an genug Daten über eine Vielzahl von Personas zu kommen ist allerdings aufwändig und steht dem Anspruch, leichtgewichtig und damit regelmäßig anwendbar zu sein, entgegen. Um nun aber auch mit wenigen Teilnehmer:innen an vielschichtige Daten zu kommen wurde daher, wie eingangs erwähnt, ein Weg gesucht, die Studierenden im Rahmen eines Fragebogens über die verschiedenen Typen von Informatiker:innen ihres Fachbereichs reflektieren zu lassen. Die Antworten eines einzelnen Teilnehmenden liefern dann die Grundlage für gleich mehrere Personas. In vier Vorstudien wurde das Design des Fragebogens weiterentwickelt; er enthält nun (unter anderen) die folgenden Fragen:

Item G01Q01: „Als erstes darfst Du jetzt ein paar Informatiker:innen-Typen aufzählen, denen Du hier immer wieder begegnest:“

Item G03Q06ff.: „Jetzt wäre es schön, wenn Du einen dieser Typen ‚mit Leben füllst‘, indem Du ein paar Details hinzufügst:“

Item G03Q18ff.: „Welcher Typ bist Du? Beschreibe jetzt bitte auch Deinen eigenen Typ anhand der folgenden Fragestellungen:“

Zu den Items ab G03Q06 bzw. G03Q18 gibt der Fragebogen Impulse durch verschiedene Leitfragen zu folgenden Kategorien: Beruf/Bildung/Familie, Demografie, Identifikatoren, Erwartungen/Ziele, Bedürfnisse/Probleme/Herausforderungen und Fähigkeiten.

Die theoretische Grundlage zu den gewählten Fragestellungen basiert auf den Beschreibungen der fachspezifischen Identität, wie man sie im soziokulturellen Strang der Identitätstheorie finden kann, wo besonders auf die soziale Situiertheit des Individuums in einer Gemeinschaft fokussiert wird (siehe auch [LW91], [We98], [Ge00]). Gee beschreibt die Identität z. B. als „being recognized as a certain ‚kind of person‘, in a given context“ [Ge00]. Ein zentrales Element der Definition von Identität nach Gee ist das Umfeld der Person, das die spezielle Identität wahrnimmt und dadurch erst zur Identität werden lässt. Eine Identität kann also, ähnlich wie bei Lave und Wenger [LW91] beschrieben, nicht isoliert entwickelt werden, sondern erfordert immer die Teilnahme an einer Gruppe von Menschen, die sich dadurch gegenseitig prägen. Die Autorinnen führen den Begriff „Communities of Practice“ (CoP) ein, den Etienne Wenger weiter ausarbeitet [We98] und dabei herausstellt, dass es eine klare Verknüpfung von Identitätsbildung und der gemeinsamen praktischen Arbeit mit „Gleichgesinnten“ gibt. Der zu entwickelnde Fragebogen sollte es den Befragten also erlauben, sowohl die eigene Identität als Informatiker:in zu reflektieren,

als auch die Möglichkeit bieten, mitzuteilen, wie man die Kommiliton:innen als Informatiker:innen wahrnimmt.

3 Methode

Im Folgenden wird die erste Iteration unserer Adaption der Personas-Methode beschrieben werden, mit deren Hilfe wir Typen von Informatikstudierenden benennen und beschreiben wollen. Den Startpunkt bildet dabei der oben erwähnte Fragebogen, in dem die Studierenden zunächst angeleitet werden, einige „Typen“ zu benennen, denen sie in ihrem Fachbereich immer wieder begegnen. Einen dieser Typen sollen sie dann anhand vorgegebener Kategorien und Leitfragen detailliert beschreiben. Diese Kategorien bilden die Basis für die Erstellung der gesuchten Informatiker:innen-Personas und umfassen Demografie, das familiäre Umfeld, Motivationen, Fähigkeiten, Ziele, Erwartungen, Probleme und Herausforderungen der zu beschreibenden Archetypen. In einem abschließenden Teil des Fragebogens sollen die Teilnehmenden dann ihren eigenen Typ (bzw. ihre Identität) benennen und anhand der Leitfragen ausformulieren. Die beiden Fragestellungen sind eng an die Definition von Identity von Gee angelehnt [Ge00] und sollen den Befragten ermöglichen, zu reflektieren, wie sie andere Studierende bzw. sich selbst als Informatiker:in sehen. Bei dieser Adaption ist uns bewusst, dass Selbst- und Fremdbeschreibungen verschiedene Qualitäten aufweisen können. Nach der ersten Anwendung der Vorgehensweise sollten daher die Kodierungen aus Selbstbeschreibungen und Fremdbeschreibungen bestimmter Typen kritisch miteinander verglichen werden. Gegebenenfalls muss die Vorgehensweise dann an dieser Stelle nochmals angepasst werden.

Im ersten Auswertungsschritt werden die von den Befragten aufgezählten Typen zusammengetragen und Cluster gebildet. Die Adaption der Personas-Methode, die diese in ein leichtgewichtigeres Instrument verwandeln soll, besteht darin, diese Cluster als erste Sammlung von Personas zu betrachten, die dann in den Folgeschritten gemäß der bekannten Methodik weiter verfeinert werden. Dazu müssen die Daten aus den detaillierten Beschreibungen der Typen qualitativ analysiert werden, wobei sich durch die thematisch strikt gegliederten Leitfragen schon die initialen Kategorien ergeben, die im Folgenden induktiv um weitere Kategorien, Subkategorien und deren Merkmale erweitert werden. Anschließend werden die Kodierungen der detaillierten Beschreibung pro

Cluster betrachtet, um anhand der Merkmalshäufungen die Eigenschaften der aus den Clustern entstandenen Personas zu beschreiben. Eventuell bedarf es dann noch dem abschließenden Schritt der Personas-Methode, in dem fehlende Details einiger Kategorien nacherfasst werden müssen.

Im Wintersemester 2020/21 wurde der Fragebogen mit den Teilnehmenden zweier Erstsemesterveranstaltungen erprobt. Zum einen bearbeiteten ihn 45 Teilnehmende des Vorkurses Informatik der Universität Paderborn. Zum anderen konnten 125 Erstsemesterstudierende einer Veranstaltung im Nebenfach Informatik der Universität Kiel gewonnen werden, Typen von Informatiker:innen zu beschreiben, denen sie in ihrem Fachbereich begegnet sind. Die Aufforderung, zunächst eine Reihe von Typen aufzuzählen, führte bereits zu einer Liste mit 178 Nennungen, die im nächsten Schritt geclustert wurden. Aus verschiedenen Bezeichnungen wie z. B. „Programmierer“, „Hobby-Programmierer“, „Freizeit-programmierer“, der „Coder“ oder der „Programmierorientierte“ ergab sich im ersten Schritt der Auswertung der Cluster *Programmierer:in*.

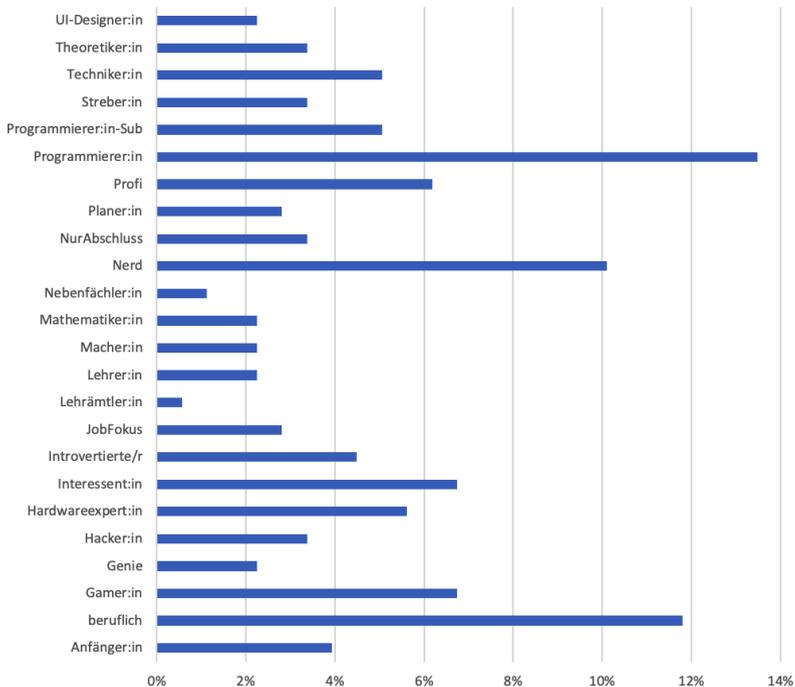


Abb. 1: Eine erste Auswahl an Typen von Informatiker:innen

Die Analyse der Bezeichnungen von Typen führte zudem zu einem Cluster *beruflich*, welchem im Rahmen der Auswertung zahlreiche Nennungen zugeordnet wurden, mit der die Studierenden eine spätere Berufsrichtung der Informatiker:innen bezeichneten (z. B. „Fachinformatiker:in“, „Systemadministrator:in“, „Webdesigner:in“, „Netzwerkadministrator:in“). Dieser Cluster erinnert an differenzierte *Professional Identities*, wie sie z. B. schon in Studien zur beruflichen Identität von Informatikern mit „IT-Admin, Helpdesk, QA Testers and Developers“ benannt wurden [TSS19].

Im nächsten Schritt wurden die von den Befragten detailliert beschriebenen Typen in separate Dokumente überführt und in eine Software zur qualitativen Datenanalyse importiert. Angefangen mit den vorgegebenen Kategorien aus den Leitfragen des Fragebogens wurden zunächst alle Aussagen zu den Typen, für die im ersten Schritt ein Cluster gefunden werden konnte, deduktiv und in einem zweiten Schritt dann induktiv mit weiteren Subkategorien und Merkmalen kodiert. Fast alle Typen, zu denen mehr als drei detaillierte Beschreibungen verfügbar waren, zeigten derart spezifische Merkmalshäufungen, dass sie benutzt werden konnten, um erste Versionen sogenannter Sedcards, dem Endprodukt der Personas-Methode, anzulegen. Zur Vermeidung stereotyper Zuschreibungen in Bezug auf Geschlecht und Herkunft wurde dabei ein Vorschlag von Hill et al. [Hi17] aufgegriffen, die Persona-Beschreibung mit Bildern mehrerer möglicher Nutzer:innen verschiedener Geschlechter zu hinterlegen. Zusammen mit einer genderneutralen Beschreibung aller Merkmale sollte dadurch im weiteren Prozess eine möglichst wenig durch entsprechende Stereotype überlagerte Entwicklung ermöglicht werden. Aus unserer Analyse der Daten ergeben sich so zunächst die folgenden fünf Typen von Informatiker:innen:

- *Programmierer:in* (24 Nennungen, 8-mal detailliert)
- *Nerd* (18 Nennungen, 5-mal detailliert)
- *Interessent:in* (12 Nennungen, 5-mal detailliert)
- *Profi* (11 Nennungen, 5-mal detailliert)
- *Hardwareexpert:in* (10 Nennungen, 4-mal detailliert)

Die vorliegenden Detailbeschreibungen zum Typ *Programmierer:in*, *Interessent:in* und *Hardwareexpert:in* werden in der Zusammenstellung sowohl aus Aussagen der Proband:innen zum eigenen Typ als auch durch Aussagen zum Typ von anderen Informatikstudierenden gewonnen. Die Typen *Nerd* und *Profi* wurden von den Proband:innen jedoch nur aus ihrer Sicht auf die anderen Studierenden detailliert beschrieben. Die meisten Details ließen sich

zur *Programmierer:in* ausarbeiten, da in diesem Cluster mit acht detaillierten Beschreibungen die größte Anzahl an Fragebögen zur Auswertung verfügbar waren. Beispielhaft wird in der Abbildung 2 die Auswertung der Codes zu den Identifikatoren (grün hinterlegt) des Typen *Programmierer:in* gezeigt. Aus einer Liste von insgesamt 61 Merkmalen für Identifikatoren wurden in Summe über alle Beschreibungen 22 verschiedene Codes vergeben, von denen 8 in mindestens zwei verschiedenen Beschreibungen genutzt wurden und als Grundlage für die Zusammenstellung der Identifikatoren der Persona *Programmierer:in Chris* dienen.

Unter den Detailbeschreibungen zur *Programmierer:in* gab es zwei Selbstbeschreibungen. Vergleicht man die Schilderungen der Studierenden zum eigenen Typ *Programmierer:in* mit den geclusterten Merkmalen der Sedcard, findet man nahezu alle Zuschreibungen dort wieder. Beide Studierende erwähnten in ihren Selbstbeschreibungen die Affinität zum Gaming, kommunizieren online (in einem Fall sogar konkret mittels Discord), beschreiben ihr Interesse an Projektarbeit und erwähnen ihre Unsicherheiten in den eher theoretischen Themen des Studiengangs. Weitere Punkte werden zumindest je von einer der beiden Personen erwähnt, wie z. B. das Ziel, ein möglichst breites Informatikwissen aufzubauen, mit dem Studium die Eintrittskarte in ein interessantes Berufsfeld zu erlangen und auch die Aussage, eher ein schüchterner Typ zu sein.

| Code: Identifiers | | Programmierer:in Chris | |
|--------------------------|---|---|---|
| HobbyGaming | 5 | Bildung, Familie | Demographie |
| HobbyProgramming | 4 | <ul style="list-style-type: none"> gute familiäre Verhältnisse Freundeskreis Abitur | <ul style="list-style-type: none"> 22 wohnt im Single-Haushalt |
| SocialHasFriends | 3 | Identifikatoren |  |
| CommunicationDiscord | 3 | <ul style="list-style-type: none"> Hobbys sind das Gaming und das Programmieren beschäftigt sich auch sonst in der Freizeit viel mit dem Computer ist Mitglied in Online-Communities nutzt zur Kommunikation gerne Online-Messenger, insbesondere Discord | |
| HobbyComputing | 2 | <ul style="list-style-type: none"> das Auftreten ist eher introvertiert | |
| CharacterIntroverted | 2 | | |
| CommunicationOnlineCo... | 2 | Fähigkeiten | Bedürfnisse |
| CommunicationOnlineM... | 2 | <ul style="list-style-type: none"> beherrscht mehrere Programmiersprachen hat schon viel Erfahrung in der Programmierung arbeitet gerne im Team | <ul style="list-style-type: none"> selten erwähnt |
| InfluenceFriends | 1 | Ziele, Erwartungen & Emotionen: | Probleme / Herausforderungen: |
| InfluenceHasRoleModels | 1 | <ul style="list-style-type: none"> studiert Informatik, um das Wissen in diesem Bereich zu verbessern und einen Abschluss zu erlangen der Abschluss verspricht eine unproblematische Berufswahl könnte sich eine Karriere in der Spieleentwicklung vorstellen | <ul style="list-style-type: none"> die eher theoretischen Fächer bereiten Probleme kann sich nur schlecht für die „uninteressanten“ Fächer motivieren das führt regelmäßig zu Stress vor den Prüfungen |
| AppearanceProfessional | 1 | <ul style="list-style-type: none"> hofft darauf im Studium auch an Projekten arbeiten zu können. | |
| CharacterCalmAndBalan... | 1 | <ul style="list-style-type: none"> Ängste: selten erwähnt | |
| CharacterSelf-confident | 1 | | |
| CharacterReserved | 1 | | |
| InterestSoccer | 1 | | |
| CharacterSociable | 1 | | |
| InterestTechnology | 1 | | |
| HasDigitalIdentity | 1 | | |
| CommunicationOnlineSe... | 1 | | |
| InterestNerdyTopics | 1 | | |
| HobbyNoSports | 1 | | |
| InfluenceYouTuber | 1 | | |

Abb. 2: Entwicklung der Persona *Programmierer:in Chris*

Um die Belastbarkeit der so entwickelten Persona *Programmierer:in Chris* zu verifizieren, sollte versucht werden, ob neue hinzugefügte Beschreibungen des Typs *Programmierer:in* zur Veränderung dieser Sedcard führen würden. Dazu wurden sechs Teilnehmende eines Mentoringprogramms befragt und es ergaben sich zwei zusätzliche Beschreibungen dieses Typs. Beide Fragebögen wurden der Auswertung hinzugefügt und nach denselben Richtlinien kodiert. Die Abbildung 3 zeigt beispielhaft die acht Merkmale, die für den Cluster *Programmierer:in* mehr als einmal genannt wurden und daher für die Detaillierung der Persona benutzt wurden. 14 weitere Merkmale wurden ursprünglich nur einmal als Identifier kodiert, weshalb sie nicht zur Beschreibung der Persona genutzt wurden.

| | | | |
|--------------------------|---|--------------------------|---|
| HobbyGaming | 5 | HobbyGaming | 5 |
| HobbyProgramming | 4 | HobbyProgramming | 5 |
| SocialHasFriends | 3 | CommunicationOnlineM... | 3 |
| CommunicationDiscord | 3 | SocialHasFriends | 3 |
| CommunicationOnlineCo... | 2 | CommunicationDiscord | 3 |
| CommunicationOnlineM... | 2 | CommunicationOnlineCo... | 2 |
| HobbyComputing | 2 | HobbyComputing | 2 |
| CharacterIntroverted | 2 | CharacterIntroverted | 2 |

basierend auf acht Datensätzen

basierend auf zehn Datensätzen

Abb. 3: Merkmalshäufungen in der Kategorie „Indikatoren“

Man kann in Abbildung 3 erkennen, dass die Auswahl der Merkmale zur Beschreibung der Persona sich nicht verändert hat. Durch das Hinzufügen zusätzlicher Daten wurde keines der bisher unberücksichtigten Merkmale verstärkt. Nur innerhalb der bereits ausgewählten Merkmale gab es weitere Verstärkungen durch die neuen Daten. Die Erweiterung der zugrunde liegenden Daten um 25 % führte also zu keiner Veränderung der Persona-Sedcard. Im Falle der Persona *Programmierer:in Chris* sieht es aus, als hätten acht bis zehn detaillierte Beschreibungen eines Typs ausgereicht, um daraus eine belastbare Persona zu generieren.

4 Diskussion

Als Antwort auf die Fragestellung RQ1 („Wie kann man die unterschiedlichen Typen von Informatikstudierenden mit ihren spezifischen Merkmalen

strukturiert ermitteln und beschreiben?“) wurde eine erste Adaption an der seit Jahrzehnten bewährten Personas-Methode vorgenommen. Sie lieferte in der ersten Iteration eine Typisierung von Informatikstudierenden gemäß Merkmalskategorien, die durch geeignete Leitfragen gesteuert wurden, um Aussagen über die Kenntnisse und Fähigkeiten, aber auch über die Erwartungen und Bedürfnisse der Studierenden zu erlangen. Allein die simple Nennung bekannter Typen durch die Befragten deutete schon eine Vielzahl verschiedener Typen von Informatiker:innen an. Auch die folgende Analyse der Merkmale zeigte spezifische Häufungen, die eine differenzierte Benennung der Typen rechtfertigen.

Betrachtet man im Detail, wie die Beschreibungen der verschiedenen Sedcards entstanden sind, sieht man, dass nur die Codes mit den meisten Nennungen zu einer Erwähnung innerhalb der Sedcard führten. Zum Beispiel bescheinigten dem Typ *Programmierer:in* vier der acht Befragten, dass er/sie in einem Singlehaushalt lebt, während alle fünf Befragten Angehörige des Typs *Nerd* als „vermutlich bei den Eltern lebend“ einordneten. Genauso wurde bei allen anderen Kodierungen vorgegangen. Um die einzelnen Personas mit weiteren Details lebendiger zu machen, müssen in einer weiteren Iteration alle Beschreibungen eines Typs im Zusammenhang betrachtet werden, um zu entscheiden, ob vielleicht noch ein paar der seltener erwähnten Merkmale zur Charakterisierung des Typs hinzugezogen werden sollten.

Wie eingangs erwähnt haben Studien aus dem Bereich der fachspezifischen Identitätsforschung einige differenzierte Betrachtungen von Identitäten unter Informatiker:innen aufgezeigt. Das hier vorgestellte Verfahren lieferte schon bei der ersten Anwendung einen reichen Fundus an sehr spezifischen Personas. Weiteres Datenmaterial wird nun dafür sorgen, diese Personas noch weiter zu detaillieren, neue Personas zu entdecken und vielleicht einige der Typen zusammenzufassen. Die von Marsden und Pröbster [MP19] beschriebene Beziehung von Personas und Identität kann dann dazu beitragen, einen umfangreichen Satz an differenzierten Informatiker:innenidentitäten bereitstellen zu können.

Eine Gefahr der hier vorgestellten begonnenen Adaption der Personas-Methode liegt in einer Tendenz zu Stereotypen. Die Befragten sollten zum einen Ihnen bekannte Typen von Informatiker:innen beschreiben, was viele dazu verleitet hat, Klischees wie z. B. „Nerd“ oder „Gamer:in“ anzuführen. Mit den detaillierten Beschreibungen gerade dieser Typen wird man mit Bedacht umgehen müssen, weil sie natürlich angefüllt sind mit stereotypen Merkmalen, die ebendiesen Personen üblicherweise zugeschrieben werden. Allerdings lässt sich auch kaum leugnen, dass diesen Personas in vielen Aspekten entsprechen-

de Studierende im Fachbereich Informatik tatsächlich existieren und damit natürlich ebenso in ihrem Studienvorhaben individuell unterstützt werden müssen. Da die Befragten im Rahmen des hier beschriebenen Prozesses zusätzlich gebeten werden, ihren eigenen Informatiker:innentyp detailliert zu beschreiben, kann erwartet werden, durchaus auch reflektiertere und damit potenziell wertvollere Informationen für die Personas zu finden. Schon die Bezeichnungen der eigenen Typen wurden hier meist „vorsichtiger“ gewählt (z. B. „der/die Begeisterte“, „der/die Unsichere“, „Systematiker:in“, „Perfektionist:in“), dennoch konnten wir unter den Beschreibungen des eigenen Typs einige „Gamer:innen“ und „Hardwareexpert:innen“ entdecken. Eine höhere Anzahl an Befragten wird ergeben, ob sich auch Studierende selbst als „Nerd“ charakterisieren. Aus zwanglosen Gesprächen im Umfeld von Lehre und Lernzentrum sind uns solche Selbstzuschreibungen zumindest bekannt.

Zwar dienen die bisher erhobenen Daten vornehmlich der Überprüfung und Verbesserung der Methode, aus den noch experimentellen Ergebnissen lassen sich allerdings schon jetzt Schlüsse ziehen, um die zweite Fragestellung (RQ2: „Können differenzierte Lern- und Unterstützungsbedarfe aus dieser Typisierung abgeleitet werden?“) zu beantworten. Um Interventionen maßzuschneidern, müssen zum einen die Kategorien Bedürfnisse und Probleme/Herausforderungen der verschiedenen Personas betrachtet werden, aber auch die spezifischen Ziele/Erwartungen der Personas spielen hier eine wichtige Rolle. Man erkennt z. B., dass die Personas *Programmierer:in* und *Nerd* beim Arbeitsschritt der Typisierung deutliche Merkmalshäufungen im Bereich des Wunsches nach Projektarbeit aufweisen. Um insbesondere den hohen Studienabbruchquoten im ersten Jahr entgegenzuwirken, wäre es wünschenswert, dass schon innerhalb der ersten beiden Semester Möglichkeiten zur Projektarbeit geschaffen werden. Zumindest extracurricular kann eine Institution wie das Lernzentrum kurzfristig auf solche Bedarfe eingehen. In Zusammenarbeit mit umliegenden Firmen sollten sich Umgebungen für überschaubare IT-Projekte schaffen lassen, die den Wünschen der Studierenden entgegenkommen. Ein bereits umgesetzter Hackathon vor dem Hintergrund einer realen Produkteentwicklung hatte in diesem Zusammenhang bereits für sehr gutes Feedback gesorgt.

Im Gegensatz zu diesem Projektbedarf bei den *Nerds* und *Programmierer:innen* wurde dieses Bedürfnis bei den Typen *Hardwareexpert:in*, *Profi* und *Interessent:in* nur sehr vereinzelt erwähnt und daher nicht in die spezifische Typbeschreibung übernommen. Ferner hebt sich der weniger oft beschriebene Typ *UI-Designer:in* deutlich von den anderen Personas ab. Hier werden weder

der Wunsch nach Projektarbeit noch Probleme mit sozialen Kontakten thematisiert, jedoch z. B. eine notwendige Unterstützung im mathematischen Bereich. Hier sollte die für Lernzentren typische fachliche Unterstützung ausreichend vorhanden sein, sofern es gelingt, die Studierenden auf derartige Angebote aufmerksam zu machen und zur Nutzung dieser zu motivieren. Eine solche konstruktive Perspektive ist schon dem ursprünglichen Personas-Konzept inhärent. So endet Coopers Beschreibung der Personas-Methode [CRC07] nicht mit der Bereitstellung der endgültigen Persona-Beschreibungen. Diese sind vielmehr nur ein Teil einer umfassenden Vorgehensweise, Softwareprodukte für die Anforderungen eben dieser Personas zu entwerfen. Eine Orientierung an Coopers Verfahren kann also Hinweise liefern, wie basierend auf den Personas geeignete Interventionen entwickelt werden könnten.

Neben der bereits diskutierten Problematik der Personas-Methode, auch Stereotype der betrachteten Personengruppen zu erfassen, muss an dieser Stelle noch ein spezielles Problem in Bezug auf die Zusammenstellung der befragten Studierenden selbstkritisch reflektiert werden. Für den ersten Einsatz des adaptierten Persona-Fragebogens boten sich zwei Erstsemesterveranstaltungen des Wintersemesters 2020/21 an. Zum einen hatten die Befragten durch die Coronasituation zu diesem Zeitpunkt noch nicht viele Gelegenheiten, Bekanntschaften in Ihrem neuen Fachbereich zu schließen. Zum anderen basieren die durch geschlechtsneutrale Sedcards dargestellten Personas momentan überwiegend auf männlichen Sichtweisen auf die Typen von Informatiker:innen. Im Wintersemester 2021/22 sollten daher weitere Informatikstudierende aus höheren Fachsemestern befragt werden, um den Datenbestand zu vergrößern und zu diversifizieren. Auch wenn das Semester zunächst in Präsenz startete, wurde der Versuch unternommen, die Fragebogen nur online, zusammen mit dem Lehrmaterial einiger Veranstaltungen der späteren Bachelorfachsemester, bereitzustellen. Der Hintergrund zum Fragebogen wurde in den Veranstaltungen beworben, die Teilnahme sollte aber, im Gegensatz zum letztjährigen Einsatz, in Heimarbeit erfolgen. Diese Art der Durchführung hat sich leider als wenig zielführend herausgestellt. Nur wenige Studierende haben partizipiert und die Fragebögen wurden oft nur sehr oberflächlich ausgefüllt.

Für das Folgesemester setzen wir daher für die Bewerbung sowie für die Durchführung der Befragung wieder auf Präsenz, auch wenn es dann schwieriger wird, Dozierende für den Einsatz in ihren Veranstaltungen zu gewinnen. Zusätzlich soll der Versuch unternommen werden, die detaillierte Beschreibung eines der „anderen“ Typen von Informatikstudierenden versuchsweise auszu-

lassen. In diesen Beschreibungen konnten immer besonders viele Stereotype gefunden werden, während die ausführlichen Beschreibungen des eigenen Typs meist mit mehr Bedacht vorgenommen wurden. Es verbleibt also, zunächst einige Typen aufzuzählen, denen man im Fachbereich immer wieder begegnet, um dann seinen eigenen Typ detailliert zu reflektieren. Durch diese Modifikation wird sich auch die Bearbeitungszeit für die Studierenden um etwa ein Drittel verringern. Die Durchführung dieser Variante bedeutet allerdings nicht, dass wir in Zukunft die Fremdbeschreibungen in jedem Falle auslassen werden, denn während bei den Fremdbeschreibungen mit ungerechtfertigten Stereotypen zu rechnen ist, steht zu befürchten, dass bei Selbstbeschreibungen mit einer Verzerrung des Ergebnisses durch sozial erwünschte Antworten oder auch durch dem eigenen Selbstbild schmeichelnde Antworten zu rechnen ist.

5 Schlussfolgerungen und Ausblick

Der Versuch, die Personas-Methode zu adaptieren, führte schnell zu ersten Clustern von Typen, weil die Befragten selbst dazu animiert wurden, mögliche Typen zu benennen. Dadurch wurden die Schritte der Personas-Methode ersetzt, in denen zunächst Merkmalshäufungen bezüglich aller Einzelfälle gesucht wurden und bestimmte Kombinationen aus diesen Häufungen zu den Verhaltensmustern führten, die dann eine erste Auswahl von Personas ergaben. Die Aussagekraft dieser leichtgewichtigen Vorgehensweise gilt es nun zu überprüfen, indem zum Vergleich die klassische Typenbildung (z. B. nach Kluge/Kelle [KK10]) durchgeführt wird, ohne die von den Befragten selbst genannten Typen zur Hilfe zu nehmen. Die durch den initialen Schritt stark verkürzte Auswertung der Daten würde höhere Probandenzahlen ermöglichen und dadurch präzisere Beschreibungen der Personas ergeben.

Die ersten Ergebnisse der adaptierten Personas-Methode versprechen, die Heterogenität der Informatikstudierenden im Hinblick auf ihre Erwartungen, Fähigkeiten und Bedürfnisse spezifischer betrachten zu können. Bisher versucht man dieser Heterogenität im Wesentlichen dadurch zu begegnen, dass in der Studieneingangsphase Vorkurse, Tutorien und unterstützende Angebote, wie z. B. die der Lernzentren, eingerichtet werden. Diese Mittel sollen dafür sorgen, das fachliche Niveau der neuen Studierenden anzugleichen. Es deutet sich aber an, dass sich hinter den sehr spezifischen Personas der Informatikstudierenden ebenso differenzierte Identitäten verbergen. Studien haben darüber hinaus ge-

zeigt, dass die Ausprägung einer fachspezifischen Identität die Motivation und das Durchhaltevermögen der Studierenden verbessert (z. B. [UMH10], [PP13]). Die Fortführung der Personas-Methode und das daraus abgeleitete Design maßgeschneiderter Interventionen könnten dazu beitragen, die Identitäten der Studierenden zu stärken, dadurch Hilfestellung zu leisten und den Studienerfolg zu verbessern. Genau betrachtet würde das bedeuten, die Studierenden auch über die Studieneingangsphase hinaus in ihrer Heterogenität zu bestärken und diese sogar zu fördern.

Als langfristiges Ziel hatten wir zunächst gesetzt, anhand der detaillierten Personas Ratingskalen zu entwickeln und Fragebögen abzuleiten. Wir wollten die Möglichkeit schaffen, z. B. in Beratungssituationen durch einige gezielte Fragen die Tendenz zu bestimmten Personas zu erkennen, um dann gezielt auf bestimmte Angebote aus dem Umfeld unseres Fachbereichs und des Lernzentrums hinweisen zu können. Die Reaktionen aus der Fachcommunity deuteten aber an, das unser Vorhaben eher dahingehend interpretiert wurde, dass Schubladen geschaffen werden, in die unsere Studierenden einsortiert werden sollten. Das war nicht unsere Intention! Wir sehen im Einsatz einer angepassten Personas-Methode vielmehr eine Möglichkeit, überhaupt erst die differenzierten Erwartungen und Wünsche unserer Studierenden herausarbeiten zu können. Dadurch ergibt sich in einem Folgeschritt die Möglichkeit, Angebote für diese spezifischen Bedürfnisse zu entwickeln. Diese neuen Angebote werden dann in die Palette des Lernzentrums und vielleicht sogar in das Veranstaltungsprogramm des Fachbereichs aufgenommen und sind dort für alle Studierenden zugänglich. Die Kenntnis einer Tendenz unserer Studierenden zu bestimmten Personas ist dabei nur eine zusätzliche Information, die z. B. in einer individuellen Beratungssituation genutzt werden kann, um Studierende auf spezielle Angebote hinweisen zu können.

Mittelfristig erhoffen wir uns, insbesondere im extracurricularen Bereich, also z. B. im Umfeld eines fachspezifischen Lernzentrums, die Flexibilität zu haben, auf sehr spezifische Bedarfe einzugehen. Weiterführende Studien müssten dann prüfen, ob die Nutzung solcher maßgeschneiderter Interventionen dazu beitragen kann, die differenzierten Identitäten unserer Studierenden weiter auszuprägen, und schlussendlich, die Abbruchquoten zu verringern und einen langfristigen Studienerfolg zu sichern.

Literaturverzeichnis

- [Co04] Cooper, A.: Why high-tech products drive us crazy and how to restore the sanity (2nd edition). Sams Publishing, Indianapolis, 2004.
- [CRC07] Cooper, A.; Reimann, R.; Cronin, D.: About face 3: the essentials of interaction design. John Wiley & Sons, New Jersey, 2007.
- [DYB14] Davis, D.; Yuen, T.; Berland, M.: Multiple case study of nerd identity in a CS1 class. In: Proceedings of the 45th ACM technical symposium on Computer science education. Association for Computing Machinery, New York, S. 325–330, 2014, URL: <http://dx.doi.org/10.1145/2538862.2538960>.
- [Ge00] Gee, J. P.: Identity as an Analytic Lens for Research in Education, 25. Review of Research in Education/, S. 99–125, 2000, URL: <http://dx.doi.org/10.3102/0091732X025001099>.
- [Gr21] Große-Bölting, G.; Gerstenberger, D.; Gildehaus, L.; Mühling, A.; Schulte, C.: Identity in K-12 Computer Education Research: A Systematic Literature Review. In: Proceedings of the 17th ACM Conference on International Computing Education Research. S. 169–183, 2021, URL: <http://dx.doi.org/10.1145/3446871.3469757>.
- [GSM19] Große-Bölting, G.; Schneider, Y.; Mühling, A.: It's like computers speak a different language: Beginning Students' Conceptions of Computer Science. In: Proceedings of the 19th Koli Calling International Conference on Computing Education Research. Association for Computing Machinery, New York, S. 1–5, 2019, URL: <http://dx.doi.org/10.1145/3364510.3364527>.
- [He17] Heublein, U.; Ebert, J.; Hutzsch, C.; Isleib, S.; König, R.; Richter, J.; Woisch, A.: Zwischen Studiererwartungen und Studienwirklichkeit. In: Forum Hochschule, 1. Deutsches Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung, Hannover, S. 318, 2017.
- [Hi17] Hill, C. G.; Haag, M.; Oleson, A.; Mendez, C.; Marsden, N.; Sarma, A.; Burnett, M.: Gender-Inclusiveness Personas vs. Stereotyping: Can we

- have it both ways? In: Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '17). Association for Computing Machinery, New York, S. 6658–6671, 2017, URL: <http://dx.doi.org/10.1145/3025453.3025609>.
- [KK10] Kelle, U.; Kluge, S.: Vom Einzelfall zum Typus. Fallvergleich und Fallkontrastierung in der qualitativen Sozialforschung. (Qualitative Sozialforschung, 15). 2., überarbeitete Auflage, 2010, URL: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-531-92366-6>.
- [LW91] Lave, J.; Wenger, E.: Situated learning: Legitimate peripheral participation, 1991, URL: <http://dx.doi.org/10.1017/CBO9780511815355>.
- [MLB14] Marsden, N.; Link, J.; Büllersfeld, E.: Personas und stereotype Geschlechterrollen. In: Gender-UseIT: HCI, Usability und UX unter Gendergesichtspunkten. De Gruyter Oldenbourg, Berlin u. a., S. 91–104, 2014, URL: <http://dx.doi.org/10.1515/9783110363227.91>.
- [MP19] Marsden, N.; Pröbster, M.: Personas and Identity: Looking at Multiple Identities to Inform the Construction of Personas. In: Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '19). Paper Nr. 335. Association for Computing Machinery, New York, 2019, URL: <http://dx.doi.org/10.1145/3290605.3300565>.
- [PP13] Peters, A.-K.; Pears, A.: Engagement in Computer Science and IT-What! A Matter of Identity? In: Proceedings of the 1st IEEE Conference on Learning and Teaching in Computing and Engineering (LaTiCE 2013). IEEE Computer Society, Washington, DC, S. 114–121, 2013, URL: <http://dx.doi.org/10.1109/LaTiCE.2013.42>.
- [TSS19] Taylor-Smith, E.; Smith, S.; Smith, C.: Identity and Belonging for Graduate Apprenticeships in Computing: The experience of first cohort degree apprentices in Scotland. In: Proceedings of the 2019 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE '19). Association for Computing Machinery, New York, S. 2–8, 2019, URL: <http://dx.doi.org/10.1145/3304221.3319753>.
- [TT11] Turner, P.; Turner, S.: Is stereotyping inevitable when designing with personas? Design Studies, 32/1, S. 30–44, 2011, URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.destud.2010.06.002>.

- [UMH10] Ulriksen, L.; Madsen, L. M.; Holmegaard, H. T.: What do we know about explanations for drop out/opt out among young people from STM higher education programmes? *Studies in Science Education*, 46/2, S. 209–244, 2010, URL: <http://dx.doi.org/10.1080/03057267.2010.504549>.
- [We98] Wenger, E.: *Communities of Practice: Learning, Meaning, and Identity (Learning in Doing: Social, Cognitive and Computational Perspectives)*. 1998, URL: <http://dx.doi.org/10.1017/CBO9780511803932>.

Erkenntnisse aus der Analyse von Studienverlaufsdaten als Grundlage für die Gestaltung von Beratungsangeboten

Axel Böttcher¹, Veronika Thurner¹, Tanja Häfner¹, Sarah Ottinger¹

Abstract: Viele Studierende stoßen im Rahmen ihres Informatikstudiums auf Probleme und benötigen individuell bedarfsgerechte Unterstützung, um beispielsweise trotz gewisser Startschwierigkeiten ihr Studium erfolgreich zu Ende zu führen. In die damit verbundene Lern- bzw. Studienberatung fließen Empfehlungen zur weiteren Studienverlaufsplanung ein. Anhand einer Datenanalyse über den Prüfungsleistungsdaten der Studierenden überprüfen wir die hinter diesen Empfehlungen liegenden Hypothesen und leiten aus den dabei gewonnenen Erkenntnissen Konsequenzen für die Beratung ab.

Insgesamt zeigt sich, dass sich nach den ersten Semestern ein mittlerer Bereich von Studierenden identifizieren lässt, bei denen Studienabbruch und Studienerfolg etwa gleich wahrscheinlich sind. Für diese Personengruppe ist Beratungsbedarf dringend gegeben. Gleichzeitig stößt die Datenanalyse auch an gewisse Grenzen, denn es zeigen sich insgesamt keine echt trennscharfen Muster, die frühzeitig im Studium eindeutig Erfolg oder Misserfolg prognostizieren. Dieses Ergebnis ist jedoch insofern erfreulich, als es bedeutet, dass jede:r Studierende:r auch nach einem suboptimalen Start ins Studium noch eine Chance auf einen Abschluss hat.

Keywords: Learning Analytics; Datenanalyse; Studienverläufe; Erfolgsmessung; Datenschutz

¹ Hochschule München, Fakultät für Informatik und Mathematik, 80335 München, axel.boettcher@hm.edu  <https://orcid.org/0000-0002-0364-6355> | veronika.thurner@hm.edu  <https://orcid.org/0000-0002-9116-390X> | tanja.haefner@hm.edu | sarah.ottinger@hm.edu

1 Einleitung

Hohe Studienabbruchquoten sind ein Phänomen in vielen MINT-Studiengängen. Im Bereich der Informatik sind deutschlandweit Abbruchquoten von um die 45 % an Universitäten und knapp 40 % an Hochschulen für angewandte Wissenschaften verbreitet [Au18] (Tab. F4-1A). Gleichzeitig ist die Nachfrage nach Absolventinnen und Absolventen der Informatik auf dem Arbeitsmarkt seit Jahren ungebrochen hoch. Diejenigen Studierenden, die ihr Informatikstudium erfolgreich zu Ende führen, reichen bei Weitem nicht aus, um diesen Bedarf zu decken. Um dem entgegenzuwirken, haben viele Hochschulen Maßnahmen ergriffen, um die Studierenden bedarfsgerecht zu unterstützen und so insgesamt mehr Studierende der Informatik zu einem erfolgreichen Abschluss zu führen.

Auch an der Fakultät für Informatik und Mathematik der Hochschule München wurden vielfältige Angebote etabliert, mit besonderem Fokus auf die Studieneingangsphase, um den Studierenden den Einstieg in den Studierprozess zu erleichtern. In diesem Rahmen wurden auch die Beratungsangebote an der Fakultät auf- und ausgebaut. Die Möglichkeiten zur fachlichen Beratung durch die Lehrenden sowie zur psychosozialen Beratung durch eine entsprechend ausgebildete Mitarbeiterin werden nun ergänzt durch eine Lernberatung für Studierende. Diese wird durchgeführt durch zwei Referentinnen für Lehren und Lernen, deren Stellen aus Studienzuschüssen geschaffen wurden. Die Referentinnen für Lehren und Lernen haben keine Lehrverpflichtung, treffen also nicht selbst in der Rolle als Lehrende auf die Studierenden. So ist sichergestellt, dass im Beratungskontext erworbenes Wissen über persönliche Details der Lernenden nicht eine objektive Beurteilung von studentischen Leistungen verfälscht.

Diese Beratungsangebote werden zunehmend stark nachgefragt, insbesondere auch von Studierenden im ersten oder zweiten Semester, deren Einstieg ins Studium eher holprig verlaufen ist, die aber motiviert sind, ihr Studium weiterzuverfolgen und erfolgreich zu Ende zu bringen. Gemeinsame Ausgangsbasis der Beratungskonstellationen ist dabei die Existenz einer Problemsituation. Wie genau diese aussieht – und welche Lösungsmöglichkeiten ggf. offen stehen – ist dagegen hochgradig individuell, da jede Person als Hintergrund ihren individuellen Studienverlauf mit Erfolgen und Misserfolgen mitbringt, sowie ihr spezifisches Kompetenzprofil und ihre individuellen Persönlichkeitseigenschaften. Dieser Heterogenität müssen die Beratungsangebote Rechnung tragen und in Einzelgesprächen individuell passende Strategien für die nächsten Schritte im

Ausbildungsprozess erarbeiten. Deren Bandbreite reicht von der Entwicklung geeigneter Strategien für ein erfolgreiches Weiterstudieren des initial gewählten Studienganges über einen Wechsel des Studienfaches bis hin zu einem frühzeitigen Studienabbruch, ggf. mit Aufnahme einer kaufmännischen oder gewerblichen Berufsausbildung als alternativem Werdegang.

Aufgrund der Vielschichtigkeit der Beratungskonstellationen ist eine individuell bedarfsgerechte Beratung eine hochkomplexe Aufgabe. Damit die Beratungen einen möglichst großen Nutzen bewirken (d. h. den betroffenen Studierenden das Finden und Wählen des individuell für sie passenden und gangbaren Weges ermöglichen) ist eine inhaltliche Systematisierung der Beratungsangebote erforderlich.

Die vorliegende Arbeit ist eine Weiterentwicklung des Beitrages [Bö21b].

2 Ziele

Übergeordnetes Ziel ist also, diejenigen Studierenden mit Unterstützungsbedarf individuell bedarfsgerecht zu beraten und dadurch die Studienerfolgsquote zu verbessern.

Dazu sind zum einen diejenigen Studierenden zu identifizieren, die tatsächlich Unterstützungsbedarf haben. Zum anderen sind typische Erfolgsmuster und Best Practices herauszuarbeiten, die Studierende anwenden können, um ihr Studium wieder auf einen erfolgreichen Weg zu bringen. Darauf abgestimmt sind Heuristiken zu entwickeln, die in der Beratung helfen, aus der Menge der erarbeiteten Erfolgsmuster und Best Practices diejenigen als Empfehlung herauszufiltern, die für eine konkrete Person und deren konkrete Problemkonstellation tatsächlich individuell passend und zielführend sind und diese zu konkreten nächsten Schritten für die Gestaltung des eigenen Lernprozesses zu präzisieren.

Die bis dato etablierten Beratungsangebote adressieren auf der Mikroebene diverse „handwerkliche“ Tipps zur Lernorganisation, wie beispielsweise Zeitmanagement, Selbstorganisation oder das Identifizieren des eigenen Lerntyps. Diese sind nun zu ergänzen um Empfehlungen auf der Makroebene, d. h. der Gestaltung des individuellen Studienverlaufs derjenigen Studierenden, die wegen nicht angetretener bzw. nicht bestandener Prüfungen aus dem Regelverlauf herausfallen bzw. sich eine Welle von „Altlasten“ aufbauen, die rein mengenmäßig nicht zusätzlich zum „normal“ vorgesehenen Semesterprogramm zu

bewältigen sind. Hier ist also individuell bedarfsgerecht zu entscheiden, welche Module bzw. Prüfungen in welcher Reihenfolge fokussiert werden sollen und was verschoben werden muss, um so das im Semester zu absolvierende Pensum in einem schaffbaren Rahmen zu halten. Diese Überlegungen müssen die existierenden verwaltungs- und prüfungsrechtlichen Regeln hinsichtlich Fristen für das erste Antreten oder das Wiederholen von Prüfungen berücksichtigen.

Ergänzend ist zu überprüfen, inwieweit häufiger auftretende Problemkonstellationen strukturell bedingt sind und wie diese ggf. durch entsprechende Änderungen in der Organisation der Studienangebote vermieden oder zumindest entschärft werden können.

3 Stand der Forschung

Die im Studierprozess anfallenden Daten werden von vielen Institutionen mit unterschiedlichen Zielrichtungen und unterschiedlichen Kontexten analysiert. Eingebürgert hat sich dafür der Begriff „Learning Analytics“. Nach Schneidig und Holmeier werden „unter Learning Analytics [...] Möglichkeiten der Datenauswertung entwickelt und diskutiert, die ein tieferes Verständnis und eine Optimierung von Lernumgebungen und -prozessen in Aussicht stellen und sowohl Dozierende und Studierende als auch hochschulische Leitungspersonen und -gremien adressieren“ [SH21].

So werden detaillierte Informationen zum Verhalten der Studierenden in einzelnen Kursen erhoben und ausgewertet. Diese Analysen sind sehr feingranular und basieren meistens auf Daten aus Learning Management Systemen. Ziel ist einerseits die Steuerung von Lehr-/Lernprozessen auf Ebene eines Moduls. Außerdem wird versucht, Leistungen sowie die Gefahr eines vorzeitigen Abbruchs der Arbeit am Modul zu prognostizieren; siehe dazu z. B. [FY15].

Andererseits werden in vielen Studien auf einer abstrakteren Ebene ganze Studienverläufe analysiert. Die Datenquellen sind typischerweise die Campusmanagementsysteme [SH21]. Ziel ist dabei, Modelle für frühzeitige Prognosen des individuellen Studienerfolgs zu erstellen.

Die Auswertung von Studierendendaten ist nicht neu. So hat Meier zu Beginn des Jahrtausends den Zusammenhang zwischen Schulnoten und dem Abschneiden von Studierenden der Rechtswissenschaften im ersten juristischen Staatsexamen empirisch untersucht [Me03]. Seit etwa einer Dekade hat das

Thema mit der Etablierung von Data Science als eigenständiger Disziplin an Fahrt aufgenommen.

Die Arbeiten von Hinkelmann et al. [HMT16], Berens et al. [Be18] sowie von Kemper et al. [KVV20] sind für die vorliegende Arbeit insofern besonders relevant, als sie mit Blick auf die Zielsetzung vergleichbare Ansätze verfolgen und sich hinsichtlich rechtlicher und organisatorischer Rahmenbedingungen in einem ähnlichen Kontext bewegen. Die Autorinnen und Autoren wenden verschiedene statistische Analyseverfahren oder Machine-Learning-Ansätze an, um anhand soziodemografischer Daten und Daten über Studienverläufe frühzeitig individuelle Wahrscheinlichkeiten für Erfolg oder Misserfolg im Studium zu erstellen. In der aktuell vorliegenden Literatur werden bislang allerdings nur die tatsächlich erfolgten Prüfungen, nicht jedoch die vorgesehenen Prüfungen in die Analysen einbezogen.

Mit diesen Mechanismen lässt sich bereits anhand der bei der Immatrikulation vorhandenen Daten ein Drop-out mit 67 % Genauigkeit vorhersagen [Be18]. Darüber hinaus zeigt sich, dass nach dem ersten Fachsemester zu über 80 % zutreffende Vorhersagen über Erfolg bzw. Misserfolg getroffen werden können [Be18; KVV20].

Als aus den Ergebnissen abzuleitende Handlungen und Maßnahmen werden die Entwicklung von Frühwarnsystemen für Drop-out-gefährdete Studierende genannt [Be18], bzw. die Etablierung von Beratungsangeboten [HMT16].

Studienabbrüche können vielfältige Ursachen haben. Diese können sich zum einen auf die betroffene Person selbst beziehen, können zum anderen aber auch strukturell bedingt sein, beispielsweise durch die Gestaltung der Studiengänge [HSW06].

4 Vorgehensweise und Rahmenbedingungen

Um uns den in Abschnitt 2 definierten Zielen anzunähern, erschließen wir uns als Datenbasis das hochschulische System zur Verwaltung von Prüfungsleistungen, in dem auch Informationen zur Hochschulzugangsberechtigung der Studierenden hinterlegt sind. Generell erfordert die Auswertung personenbezogener Daten ein Datenschutzkonzept und entsprechende datenschutzrechtliche Freigaben. Des Weiteren treffen bei der Auswertung dieser personenbezogenen Daten aus dem Prüfungsverwaltungssystem die Grundrechte auf informationel-

le Selbstbestimmung der Studierenden und die Freiheit von Wissenschaft und Forschung aufeinander.

Zur Lösung dieses Spannungsfeldes haben wir unter Mitwirkung des Datenschutzbeauftragten die in [BTH20] detailliert beschriebene Vorgehensweise etabliert. Diese führt die Rolle „Datentreuhänder:in“ ein, die von einer Person eingenommen wird, die selbst nicht in die Lehre involviert ist. Der bzw. die Treuhänder:in bereitet die personenbezogenen Daten entsprechend der datenschutzrechtlichen Vorgaben durch Pseudonymisierung auf und stellt sie erst dann für die wissenschaftliche Auswertung zur Gewinnung allgemeiner Aussagen zur Verfügung. So wird sichergestellt, dass Lehrende im Rahmen der wissenschaftlichen Auswertung dieser Daten kein Zusatzwissen über solche Studierende erhalten können, mit denen sie in der Lehre noch konfrontiert sind.

Anhand dieses Datenbestandes aus dem Prüfungsverwaltungssystem analysieren wir Studienverläufe, um Muster zu identifizieren – sowohl für erfolgreiche Verläufe als auch für typische Problemkonstellationen. Mit Blick auf die Beratung steht dabei die Frage im Mittelpunkt, ob die Studienwege erfolgreicher Studierender Gemeinsamkeiten aufweisen, aus denen sich „Good Practices“ bzw. „Dos and Don'ts“ ableiten lassen, die als Empfehlung in Beratungsprozesse einfließen können. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf den Studienwegen derjenigen Studierenden, die in der Startphase ihres Studiums selbst Schwierigkeiten hatten, ihr Studium jedoch trotzdem zu einem erfolgreichen Abschluss geführt haben.

Als Indikatoren für Schwierigkeiten bzw. die Existenz einer Problemsituation ziehen wir Prüfungen heran, die von den Studierenden entweder nicht bestanden oder zum im Studienplan vorgesehenen Zeitpunkt nicht angetreten wurden. Entsprechend lässt sich diese Betrachtung erst nach der ersten Prüfungsperiode eines Studienverlaufes durchführen. Ergänzend überprüfen wir, inwieweit sich bereits aus der prähochschulischen Bildungshistorie der Studierenden Indikatoren für potenziell auftretende Problemsituationen ergeben, beispielsweise anhand der Noten aus der Hochschulzugangsberechtigung oder aus dem Schultyp, an dem die Hochschulzugangsberechtigung erworben wurde.

Für diese Analysen fokussieren wir in dieser Arbeit den Bachelorstudiengang Informatik an der Hochschule München. Tabelle 1 listet die Module auf, die gemäß Studienplan in den ersten drei Semestern zu absolvieren sind. Die mit den Modulen verbundenen ECTS-Punkte sind jeweils in Klammern angegeben. Jedes Semester umfasst genau ein Wahlpflichtfach, alle anderen Fächer sind Pflichtfächer. Studienbeginn ist jeweils zum Wintersemester. Die

einzelnen Module werden einmal pro Jahr angeboten, die Module des ersten und dritten Semesters im Winter, die Module des zweiten Semesters im Sommer. Prüfungen zu den Pflichtmodulen werden in der Regel jedes Semester angeboten. Wiederholungsprüfungen laufen somit gegenläufig, also in einem Semester, in dem die Lehr-Lernveranstaltungen zum Modul nicht durchgeführt werden und lediglich eine Prüfung stattfindet.

Tab. 1: Module der ersten drei Semester. Credits (ECTS) jeweils in Klammern.

| 1. Semester | 2. Semester | 3. Semester |
|---|---|---|
| Softwareentwicklung I (8) | Softwareentwicklung II (8) | Algorithmen und Datenstrukturen (5) |
| Analysis (5) | Diskrete Mathematik (5) | Datenbanken I (5) |
| Lineare Algebra (5) | Angewandte Mathematik (5) | Software Engineering I (5) |
| Technische Informatik (5) | Theoretische Informatik (5) | Netzwerke I (5) |
| IT-Systeme Grundlagen (5) | IT-Systeme (5) | Wahlpflichtfach Mathe (5) |
| Allgemeinwissenschaftliches Wahlpflichtfach (2) | Allgemeinwissenschaftliches Wahlpflichtfach (2) | Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik (5) |

Grundsätzlich gilt die Regelung, dass alle Module des ersten (bzw. zweiten) Semesters spätestens im zweiten (bzw. dritten) Semester erstmals angetreten werden müssen² – ansonsten wird von Amts wegen die Note 5 vergeben. Die erste Wiederholung einer mit 5 bewerteten Prüfung muss im unmittelbar folgenden Semester angetreten werden; bis zu einem ggf. erforderlichen dritten Versuch darf dann ein weiteres Jahr gewartet werden. Ein nicht bestandener Drittversuch oder mehr als fünf notwendige Drittversuche im gesamten Studienverlauf führen zur Exmatrikulation.

Auf Grundlage einer speziellen Regelung darf das Modul Angewandte Mathematik ausschließlich dann besucht werden, wenn mindestens eines der Mathematikmodule des ersten Semesters bestanden wurde. Zu beachten ist

² Die Prüfungen des ersten und zweiten Semesters sind so genannte Grundlagen- und Orientierungsprüfungen. Dazu zählen nicht die Allgemeinwissenschaftlichen Wahlpflichtfächer (AW).

dabei, dass das Modul Angewandte Mathematik ausschließlich im Sommersemester angeboten wird. In der Folge erhalten alle diejenigen Studierenden, die im ersten Semester weder Analysis noch Lineare Algebra bestanden haben, automatisch im zweiten Semester eine fristbedingte 5 für Angewandte Mathematik.

5 Erkenntnisse

In diesem Abschnitt fassen wir die wichtigsten Ergebnisse unserer Analysen zusammen und leiten daraus zentrale Erkenntnisse ab.

5.1 Viele Studierende studieren nicht ernsthaft

Die ersten Analysen der Prüfungsdaten [BTH20] machten überraschend deutlich, dass in unserem Bachelorstudiengang Informatik etwa 20 % der Immatrikulierten nicht ernsthaft studieren. Studierende, die über mehrere Semester eingeschrieben sind, ohne je eine einzige Prüfungsleistung zu erbringen, bezeichnen wir als Geister (16,6 %), wie in Abbildung 1 dargestellt. Andere Studierende sind zwar im Studiengang eingeschrieben und erbringen dabei ggf. einige wenige Leistungen, wechseln jedoch nach wenigen Semestern in einen anderen Studiengang und lassen sich dabei die bisher erbrachten Leistungen vollständig anerkennen. Dies legt die These nahe, dass diese Studierenden in der Informatik parken, bis sie in ihrem eigentlichen Wunschstudiengang einen Platz bekommen (4,3 % an Parkstudierenden).

Für die weiteren Untersuchungen bereinigen wir diese „unechten“ Studierenden (also Geister und Parker) aus dem Datensatz und beschränken uns im Folgenden auf diejenigen Immatrikulierten, die wir als ernsthaft studierend erkannt haben.

Durch diese Bereinigung sinkt rechnerisch die Abbruchquote von ursprünglich knapp 59 % (bei vollem Datenbestand, also inklusive der „unechten“ Studierenden) auf eine „echte“ Abbruchquote von rund 48 % bei den tatsächlich ernsthaft Studierenden – was immer noch ein verhältnismäßig hoher Wert ist. Dennoch ist es gerade auch auf der politischen Ebene von Bedeutung, dass mehr als 10 % der in Informatik eingeschriebenen Studierenden ihren Studienplatz nicht aktiv nutzen, obwohl sie ihn über mehrere Semester belegen. Dies ist

doppelt ungünstig, da zum einen der Bedarf nach Informatikexpertise auf dem Arbeitsmarkt sehr hoch ist und zum anderen der Studiengang aus Kapazitätsgründen zulassungsbeschränkt ist, sodass jedes Jahr nicht alle Bewerber:innen zum Zuge kommen. Insbesondere die in Informatik eingeschriebenen „Geister“ nutzen also nicht nur ihre eigenen Studienoptionen nicht, sondern verwehren gleichzeitig ggf. anderen Personen den Zugang zum Studium.

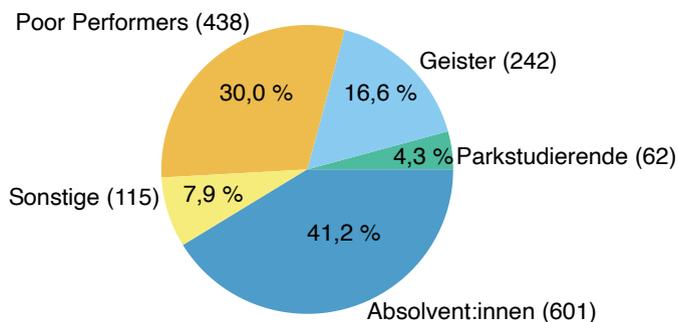


Abb. 1: Beobachtete Klassen von Studierenden aus den Immatrikulationsjahren 2006–2017 (in Summe 1458 Personen).

Als „Poor Performers“ kategorisieren wir diejenigen Studierenden, die aufgrund schlechter Leistungen ihr Studium aufgeben (müssen).

Bislang fließen in die Beratung von Studierenden in konkreten Problemsituationen auch Ratschläge ein, die aus einem Bauchgefühl der Lehrenden bzw. der Lernberatung heraus entstehen, oft basierend auf als typisch empfundenen Beobachtungen. Im Folgenden stellen wir Erkenntnisse bezüglich dieser vermuteten Einflüsse auf den Studienerfolg vor. Auf der Basis der Datenlage des Prüfungsverwaltungssystems untersuchten wir Fragestellungen, welche wir aus gängigen auf Bauchgefühl basierenden Hypothesen abgeleitet haben. Aus den dabei gewonnenen Erkenntnissen leiten wir Konsequenzen für die Beratung von Studierenden ab.

5.2 Personen bestimmter Herkunftsschultypen sind besonders gefährdet

Unser Bildungssystem ermöglicht viele unterschiedliche Eingangspfade in ein Hochschulstudium. Doch nicht jeder dieser Pfade bereitet auf jeden Studiengang gleich gut vor. Eine statistische Analyse hat ergeben, dass für unseren

Bachelorstudiengang Informatik die Studienerfolgsquoten der Studierenden unterschiedlicher Herkunftsschultypen zwischen rund 20 % (FOS Sozialer Zweig) und ca. 60 % (FOS Technischer Zweig) streuen (siehe Abbildung 2).

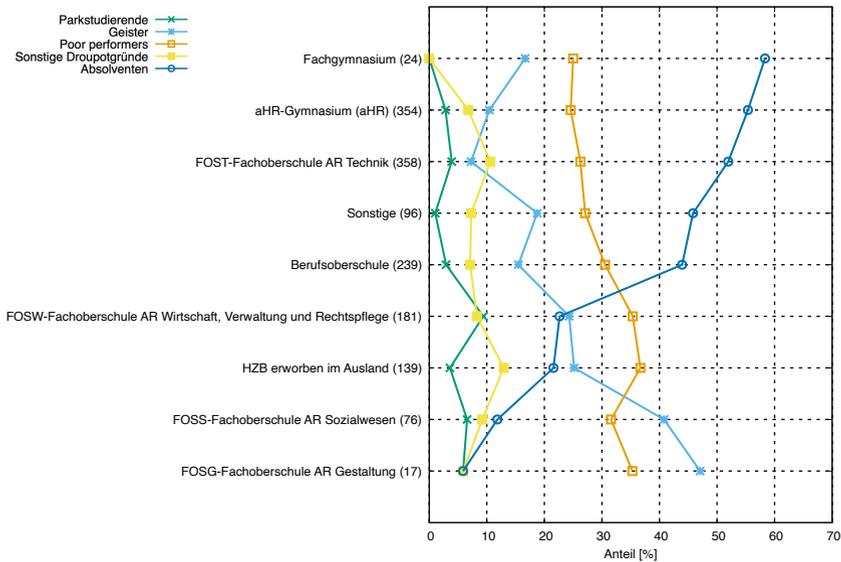


Abb. 2: Anteile der identifizierten Klassen von Studierenden aufgeschlüsselt nach Herkunftsschulen. Die Schularten sind so sortiert, dass die Werte der Klasse der Absolvent:innen monoton fällt.

Hier empfiehlt es sich, den Studierenden der Herkunftsschultypen mit niedrigerer Erfolgsquote frühzeitig und proaktiv – also bereits zu Beginn des ersten Semesters – Unterstützungsangebote nahe zu bringen mit dem Ziel, Potenziale zu wecken, *bevor* sich Überforderung und Misserfolge einstellen. Um jegliches Risiko für ein Bias in der Betreuung bzw. Bewertung durch die Lehrenden zu verhindern, ist dabei für die Umsetzung zwingend erforderlich, dass die Selektion der entsprechenden Studierenden über den bzw. die Datentreuhänder:in erfolgt und die Beratung ausschließlich der Lernberatung obliegt. Lehrende werden erst dann eingebunden, wenn der bzw. die Studierende das explizit anfragt.

5.3 Schulnoten sind weniger prädiktiv als die im ersten Semester erworbenen Credits

Eine Analyse verschiedener Variablen zur Bildungsbiografie und dem Verlauf der Studieneingangsphase hat gezeigt, dass *vor* dem ersten Semester die Schulnoten etwas prädiktiv sind – aber in deutlich geringerem Maße als die Anzahl vorheriger Immatrikulationen in anderen Studiengängen sowie die Anzahl der in dieser Vorgeschichte erworbenen und dann über Anerkennung eingebrachten Credits [Bö21a]. *Nach* dem ersten Semester ist die Anzahl der neu erworbenen Credits der aussagekräftigste Prädiktor für den Studienerfolg und dabei deutlich prädiktiver als die Durchschnittsnote der Hochschulzugangsberechtigung [Bö21a].

Das bedeutet, dass auch Studierende mit weniger guten Schulnoten sehr wohl eine Chance auf Studienerfolg haben. Wichtig ist dabei jedoch ein möglichst guter Einstieg ins erste Semester. Hier können frühzeitige Unterstützungsangebote einen Beitrag leisten.

Des Weiteren beobachten wir ein Phänomen, welches als „Murky Middle“ bezeichnet wird [EA15]. Dabei werden die Studierenden in der Anfangsphase des Studiums nach ihrer Leistungsfähigkeit betrachtet. Die Erfahrung zeigt, dass die Studierenden in der Spitzengruppe ihr Studium in der Regel erfolgreich bewältigen, während umgekehrt diejenigen Studierenden, die sich am unteren Ende des Leistungsspektrums bewegen, ihr Studium mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht erfolgreich beenden werden. Das Mittelfeld der Studierenden wird als Murky Middle bezeichnet, weil sich gerade hier keine klare Prognose über den Studienerfolg treffen lässt: Aus dem Mittelfeld der Studierenden wird ein Teil erfolgreich sein, der andere Teil aber nicht – und beide Teile sind relativ groß. Bei [EA15] konnten ca. 2/5 der Studierenden in der Murky Middle ihr Studium am Ende *nicht* erfolgreich abschließen.

In der Arbeit von [EA15] werden die Leistungsdaten der Studierenden auf Grundlage des Grade Point Average (GPA) ausgewertet. Für unsere eigenen Analysen mussten wir aus Gründen des Datenschutzes von dieser Ebene der Noten abstrahieren auf die Ebene der erworbenen Credits (siehe Abbildung 3). Um die Ergebnisse unserer Datenanalyse leichter mit dem Bild aus [EA15] vergleichen zu können, haben wir unsere Farbwahl entsprechend an die von [EA15] angepasst.

Abbildung 3 zeigt die Anzahlen der Abbrecher:innen im bzw. nach dem ersten Studienjahr sowie die Anzahl der Absolvent:innen, jeweils in Abhän-

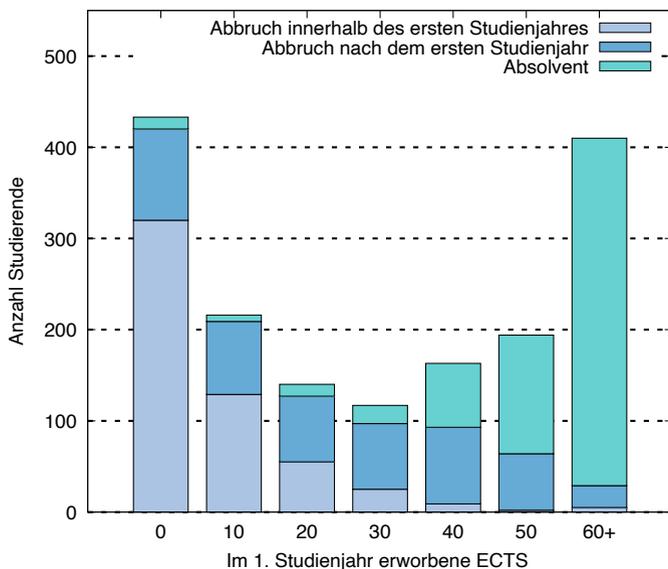


Abb. 3: Anzahl der erfolgreichen Studierenden sowie Dropout im ersten und nach dem ersten Studienjahr in Abhängigkeit der im ersten Studienjahr erzielten Credits.

gigkeit der innerhalb des ersten Studienjahres erwirtschafteten ECTS. Gemäß Studienplan wären innerhalb des ersten Studienjahres insgesamt 60 ECTS zu erarbeiten.

Die ganz linke Säule enthält viele Geister und Parkstudierende, die ganz rechte Säule dagegen diejenigen Studierenden, die nach dem ersten Studienjahr alle im Studienplan angesetzten ECTS erzielt haben. Unsere *Murky Middle* sind die etwa 20 %, die im ersten Studienjahr 20–40 Credits erworben haben und entweder nach einem Jahr ihr Studium abbrechen, oder aber erfolgreich absolvieren. Bei diesem Personenkreis ist also nach dem ersten Studienjahr noch alles offen.

5.4 Es ist nicht schädlicher, eine Prüfung zu schieben als sie nicht zu bestehen

Jede:r Studierende kann für jede Prüfung des ersten Semesters entscheiden, ob sie bzw. er an dieser teilnimmt oder nicht (die Prüfung also „schiebt“). Studierende, die im ersten Semester um eine Beratung bitten, stehen oft vor der

Frage, wie sie sich hinsichtlich der anstehenden Prüfungen konkret verhalten sollen. Das Aufschieben einer Prüfung ist auf den ersten Blick unschädlich. Diese Entscheidung hat allerdings ebenso wie das Nichtbestehen einer Prüfung eine Auswirkung auf die Arbeitslast in mindestens einem der Folgesemester. Dozierende neigen daher dazu, vom Schieben von Prüfungen abzuraten.

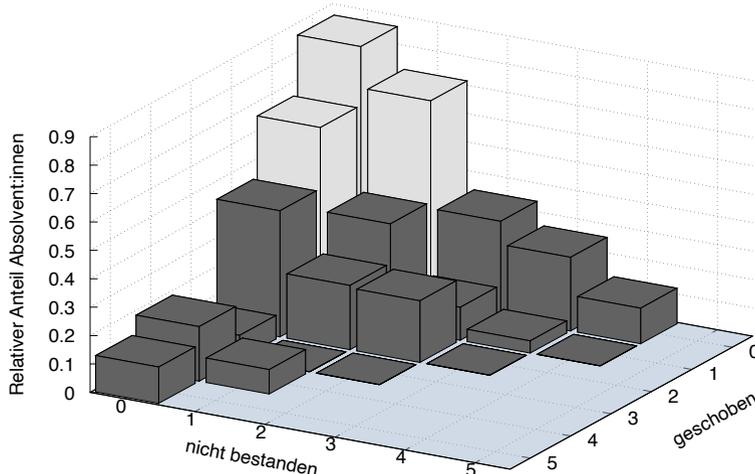


Abb. 4: Relativer Anteil erfolgreicher Studierender in Abhängigkeit der Anzahl an geschobenen und nichtbestandenen Prüfungen im ersten Semester.

Abbildung 4 zeigt den relativen Anteil der erfolgreichen Studierenden (d. h. Absolvent:innen), abhängig von der Anzahl geschobener und nichtbestandener Grundlagen- und Orientierungsprüfungen im ersten Semester. Von den Studierenden, die alle diese Prüfungsleistungen im ersten Semester erfolgreich erbracht haben (0 geschoben, 0 nicht bestanden) erreichen über 85 % ihren Abschluss. Bei einer fehlenden Prüfungsleistung sind es dagegen noch um die 70 %.

Insgesamt wird deutlich, dass der Grund, warum eine Prüfungsleistung nicht erbracht wurde (Nichtbestehen vs. Schieben), sich kaum auf den Studienerfolg auswirkt. Dies ist daran erkennbar, dass in beide Achsenrichtungen der Abfall der Säulen ähnlich verläuft. Dabei ist ein deutlicher Abfall der Erfolgsrate von einer zu zwei oder mehr nicht erfolgreich erbrachten Prüfungsleistungen erkennbar. Entsprechend ist es nicht ratsam, mehrere Prüfungen zu schieben. Der Datenpunkt bei fünf geschobenen Prüfungen deutet auf Studierende mit persönlichen Problemen oder ernsthaften Erkrankungen hin, die ihre Defizite

später aufholen und ihr Studium zu einem erfolgreichen Abschluss bringen konnten.

Als Erkenntnis lässt sich ableiten, dass wir den Studierenden, die sich im ersten Semester überfordert fühlen, durchaus raten dürfen, ggf. eine einzelne Prüfung zu schieben, um sich bei der Prüfungsvorbereitung nicht zu verzetteln. Offen bleibt dabei zunächst die Frage, auf welche Module dann vordringlich die Konzentration zu lenken ist.

5.5 Die große Hürde ist eher die Mathematik als die Softwareentwicklung

Zur Analyse, welche Module den Studierenden im ersten Semester die meisten Schwierigkeiten bereiten, wurde ein Entscheidungsbaum modelliert [HKP12; TA19]. Basis sind Prüfungsergebnisse des ersten Semesters, repräsentiert durch kategoriale Variablen mit jeweils drei Merkmalsausprägungen: *bestanden*, *5* sowie *geschoben*, wobei *5* die Bedeutung *nicht bestanden* repräsentiert. Die Zielvariable ist die dichotome Variable *Abschluss ja/nein*. Aus der Analyse herausgenommen wurden die als Geister und Parker identifizierten Personen sowie diejenigen, die alle Prüfungsleistungen aus Vorstudien anerkannt bekommen haben, was die Differenz der Gesamtzahl zu Abbildung 1 erklärt.

Das Ergebnis ist in Abbildung 5 dargestellt. Die Pfeile zu den beiden möglichen Werten *Kein Abschluss* bzw. *Abschluss* der Zielvariable sind beschriftet mit der Anzahl der korrekt (in Klammern: inkorrekt) klassifizierten Studierenden.

Auch in diesem Modell zeigt sich kein Unterschied, ob eine Prüfung nicht angetreten (*geschoben*) oder nicht bestanden (*5*) wurde. Die beiden Mathematikmodule erweisen sich als sehr prädiktiv, d. h. die Studierenden scheitern tendenziell eher an der Mathematik als am Modul Softwareentwicklung I. Das Modul IT-Systeme Grundlagen ist ebenfalls prädiktiv. Inhaltlich ist dieses Modul auch als programmiernah anzusehen, da dort intensiv auf Ebene von Maschinensprache gearbeitet wird.

Daraus lässt sich als Empfehlung an die Studierenden ableiten, sich bei Schwierigkeiten im ersten Semester auf eines der beiden Mathematik-Module sowie auf Softwareentwicklung I und IT-Systeme zu konzentrieren.

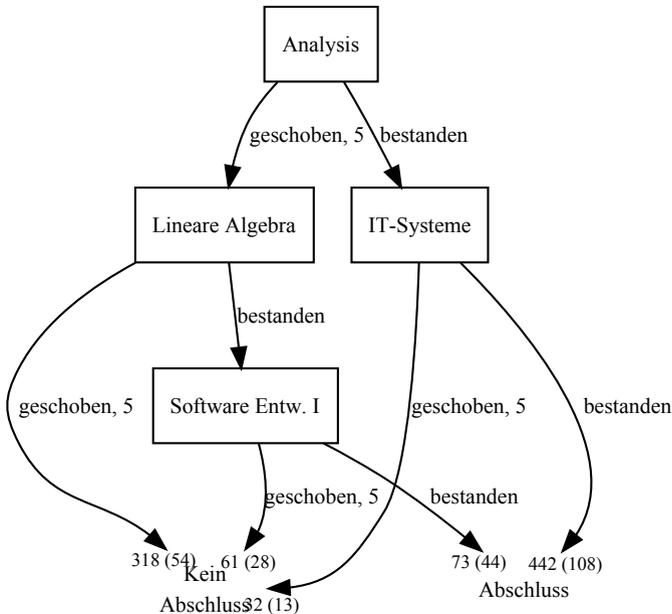


Abb. 5: Entscheidungsbaum für Prognose des Studienerfolgs auf Basis des Prüfungsverhaltens im ersten Semester.

5.6 Viele offene Prüfungsleistungen aus den ersten beiden Semestern sind gefährlich

Ein immer wieder beobachtbares Verhaltensmuster ist, dass sich Studierende mit Altlasten aus dem Bereich der Grundlagen- und Orientierungsprüfungen im dritten Semester zu viel vornehmen. Drittsemester-Module, die im dritten Semester zwar angetreten, aber nicht bestanden werden, müssen wegen der prüfungsrechtlich geltenden Fristen zwingend sofort im nächsten Semester als Wiederholungsprüfung angetreten werden. Studierende, die trotz bestehender Altlasten aus dem Bereich der Grundlagen- und Orientierungsprüfungen versuchen, „normal“ im dritten Semester weiterzustudieren und dort dann auch gemäß Regelstudienplan die Drittsemester-Prüfungen anzutreten, laufen also Gefahr, dass sich durch Nichtbestehen dieser Regelprüfungen des dritten Semesters unnötigerweise zusätzlicher Druck aufbaut, in Form von noch mehr einzuhaltenden Fristen für die dann sofort im nächsten (dem vierten) Semester anzutretenden Wiederholungsprüfungen dieser nicht bestandenem Drittsemester-Module.

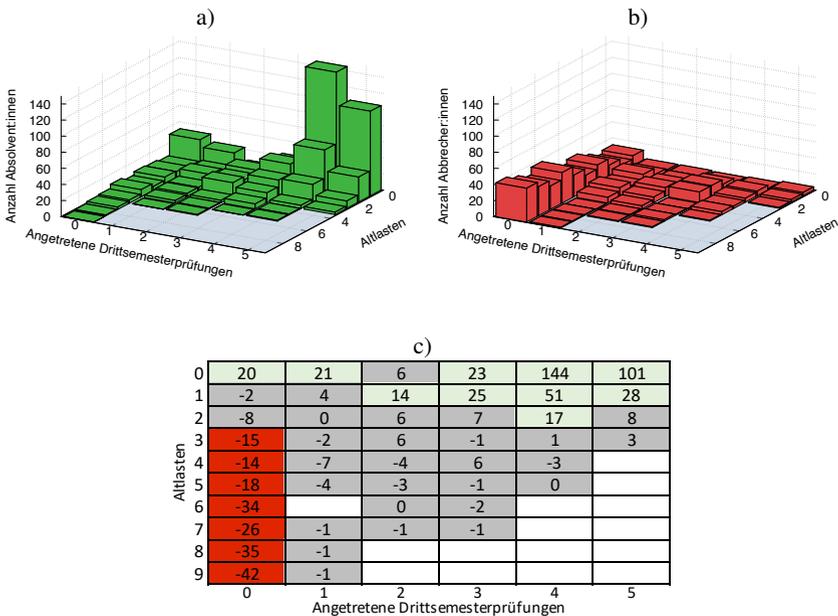


Abb. 6: Anzahl erfolgreicher (a) und erfolgloser Studierender (b) in Abhängigkeit davon, wie viele Prüfungen aus dem ersten und zweiten Semester sie im dritten Semester noch ablegen müssen und wie viele Prüfungen aus dem dritten Semester sie antreten. Teilgrafik (c) zeigt die Differenz als vereinfachte Heatmap. Farblich grau gekennzeichnet ist die „Murky Middle“.

Um herauszufinden, wie relevant diese Beobachtungen sind, stellen wir in Abbildung 6 die Anzahl der erfolgreichen (Diagramm a) und erfolglosen (Diagramm b) Studierenden einander gegenüber, in Bezug auf die Anzahl der offenen Grundlagen- und Orientierungsprüfungen („Altlasten“) und die bereits angetretenen Regelprüfungen des dritten Semesters. Diagramm c) zeigt die Differenz der Diagramme als vereinfachte, zweidimensionale Heatmap.

Auch hier wird wieder das bereits oben erwähnte Phänomen einer „Murky Middle“ deutlich [EA15]. Die Heatmap in Abbildung 6c) visualisiert eine Dreiteilung der Kohorten in

1. überwiegend erfolgreiche Studierende ohne oder mit höchstens einer offenen Prüfung aus den ersten beiden Semestern (grüner Bereich in Abbildung 6c); grün gefärbt sind dabei Felder mit mindestens 14 erfolgreichen Studierenden). Diese Studierenden benötigen keine besondere Betreuung.

2. diejenigen Studierenden, die den Studiengang absehbar bald verlassen werden; das sind im Wesentlichen diejenigen Studierenden, die im dritten Semester kaum reguläre Prüfungen antreten und mehrere Altlasten aus den ersten beiden Semestern haben (roter Bereich in Abbildung 6c)).
3. einen mittleren Bereich, in dem die Anzahl der erfolgreichen und erfolglosen Studierenden in etwa ausgeglichen ist. Dieser Bereich ist in Abbildung 6c) grau gefärbt.

Auf dieser Grundlage lassen sich sehr konkret Studierende mit Beratungsbedarf identifizieren: Gerade für die Personen im mittleren, grau eingefärbten Bereich ist statistisch noch offen, ob sie ihr Studium erfolgreich abschließen können werden oder nicht. Entsprechend ist genau für diese Studierenden eine gezielte Beratung ratsam, um ihre Chancen auf Studienerfolg zu erhöhen. Beispielsweise benötigen Studierende in diesem Bereich eine gezielte Unterstützung bei der Planung der als nächstes abzulegenden Prüfungen, damit sie sich nicht verzetteln.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Die Datenanalyse hat hinsichtlich der Korrektheit gängiger Annahmen Klarheit geschaffen – teilweise wurde das Bauchgefühl widerlegt, teilweise bestätigt. Insgesamt lässt sich festhalten, dass Schulnoten weniger wichtig sind als gedacht, der Herkunftsschultyp jedoch eine große Rolle spielt für die Chance auf einen Studienerfolg. Des Weiteren ist es für den späteren Studienerfolg irrelevant, ob nicht erbrachte Leistungen im ersten Semester durch Schieben oder durch Nichtbestehen bedingt sind. Ferner wurde offensichtlich, dass die entscheidende Hürde in unserem Bachelorstudiengang Informatik die Mathematik darstellt.

Eine positive Erkenntnis ist, dass ein nicht optimaler Start ins Studium nicht zwingend bedeutet, dass das Studium erfolglos aufgegeben werden muss. Sofern ernsthaftes Interesse am Studium vorhanden ist (also wirklich aktiv studiert wird), kann nach dem ersten Semester kein eindeutiger Indikator für das Nichtbestehen identifiziert werden. Eine weitere Analyse von Studienverlaufsdaten derjenigen Studierenden, die nach einem suboptimalen Start einen Abschluss erhalten haben, förderte entsprechend auch keine klaren Muster zutage, auf deren Basis sich Empfehlungen aussprechen ließen. Um dennoch von dieser Personengruppe zu lernen und daraus Empfehlungen für eine Ausdehnung

bzw. zukünftig neu zu etablierende Beratung abzuleiten, führen wir derzeit qualitative Interviews durch, von denen wir uns weitere Einsichten erhoffen.

Mit Blick auf mögliche strukturelle Maßnahmen legen die Auswertungen der Prüfungsdaten nahe, das Modul Angewandte Mathematik auch im Wintersemester anzubieten. Das würde den Studierenden zum einen die Möglichkeit bieten, eine zwangsweise Fristüberschreitung zu vermeiden, und zum anderen nicht unnötig dazu verleiten, weitere Probleme durch das zu frühe Antreten von Prüfungen des dritten Semesters aufzubauen. Auch die Einführung strengerer Regeln zum Vorrücken in höhere Semester würde die Problemgenerierung durch das zu frühe Antreten von Drittsemester-Prüfungen wenigstens teilweise unterbinden.

Die Erfahrung zeigt, dass insbesondere die zentrale Studierendenvertretung massiv gegen die Einführung derartiger Regeln vorgeht – während die Studierendenvertretung der eigenen Fakultät durchaus deren Sinnhaftigkeit erkennt und der Einführung gegenüber offen ist. Die Einführung bzw. Handhabung entsprechender Regelungen ist also nicht nur ein inhaltliches, sondern insbesondere auch ein hochschulpolitisches Thema.

Literaturverzeichnis

- [Au18] Autorengruppe Bildungsberichterstattung: Bildung in Deutschland 2018 – Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zu Wirkungen und Erträgen von Bildung, 2018, URL: <https://www.bildungsbericht.de/de/bildungsberichte-seit-2006/bildungsbericht-2018>.
- [Be18] Berens, J.; Schneider, K.; Görtz, S.; Oster, S.; Burghoff, J.: Early Detection of Students at Risk – Predicting Student Dropouts Using Administrative Student Data and Machine Learning Methods, (CESifo Working Paper Series 7259), CESifo, München, 2018.
- [Bö21a] Böttcher, A.; Thurner, V.; Häfner, T.; Hertle, J.: A Data Science-based Approach for Identifying Counseling Needs in first-year Students. In: 2021 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). Institute of Electrical und Electronics Engineers, S. 425–434, 2021.
- [Bö21b] Böttcher, A.; Thurner, V.; Häfner, T.; Ottinger, S.: Adaptierung von Beratungsangeboten auf der Basis von Erkenntnissen aus der Analyse von Studienverlaufsdaten. In: (Desel, J.; Opel, S.; Siegeris, J., Hrsg.):

9. Fachtagung Hochschuldidaktik Informatik (HDI) 2021, 15.–16. September 2021 in Dortmund. Vorabdruck der Konferenzbeiträge; Fern-Universität in Hagen. S. 57–64, 2021.
- [BTH20] Böttcher, A.; Thurner, V.; Häfner, T.: Applying Data Analysis to Identify Early Indicators for Potential Risk of Dropout in CS Students. In: 2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). Institute of Electrical und Electronics Engineers, S. 827–836, 2020.
- [EA15] EAB Global, Inc.: The „Murky Middle“. Profiling campus segments to determine where schools should focus their efforts. 15.01.2015. 2015, URL: <https://eab.com/technology/infographic/student-success/the-murky-middle/>, Stand: 19.03.2022.
- [FY15] Fei, M.; Yeung, D.-Y.: Temporal Models for Predicting Student Dropout in Massive Open Online Courses. In: 2015 IEEE International Conference on Data Mining Workshop (ICDMW). Institute of Electrical und Electronics Engineers, S. 256–263, 2015.
- [HKP12] Han, J.; Kamber, M.; Pei, J.: Data mining concepts and techniques. Morgan Kaufmann Publishers, 2012.
- [HMT16] Hinkelmann, M.; Maucher, J.; Tobias, S.: Softwaregestützte Studienverlaufsanalyse zur frühzeitigen gezielten Studienberatung. Die Hochschullehre 2/, 2016, URL: http://www.hochschullehre.org/?dl_id=131.
- [HSW06] Holdt, U.; Schneider, H.; Wagner, B.: Analyse von Studienverläufen und Studienabbrüchen in den Bachelorstudiengängen Informatik an der Leibniz Universität Hannover. In (Forbrig, P.; Siegel, G.; Schneider, M., Hrsg.): HDI 2006: Hochschuldidaktik der Informatik – Organisation, Curricula, Erfahrungen. Gesellschaft für Informatik e.V., Bonn, S. 115–126, Dez. 2006.
- [KVV20] Kemper, L.; Vorhoff, G.; Wigger, B. U.: Predicting student dropout: A machine learning approach. European Journal of Higher Education 10/1, S. 28–47, 2020.
- [Me03] Meier, B.-D.: Ist der Erfolg im Jurastudium vorhersagbar? Empirische Befunde zum Zusammenhang zwischen Schulnoten und Abschneiden im Ersten Juristischen Staatsexamen. Beiträge zur Hochschulforschung 25/4, S. 18–35, 2003.

- [SH21] Scheidig, F.; Holmeier, M.: Learning Analytics aus institutioneller Perspektive: Ein Orientierungsrahmen für die hochschulische Datennutzung. In: Digitalisierung in Studium und Lehre gemeinsam gestalten: Innovative Formate, Strategien und Netzwerke. Springer Fachmedien, Wiesbaden, S. 215–231, 2021.
- [TA19] Therneau, T.; Atkinson, B.: rpart: Recursive Partitioning and Regression Trees, R package version 4.1-15, 2019.

Attracting a new clientele for computer science with a women-only IT degree course

Juliane Siegeris¹

Abstract: A degree course in IT and business administration solely for women (FIW) has been offered since 2009 at the HTW Berlin – University of Applied Sciences. This contribution discusses student motivations for enrolling in such a women only degree course and gives details of our experience over recent years. In particular, the approach to attracting new female students is described and the composition of the intake is discussed. It is shown that the women-only setting together with other factors can attract a new clientele for computer science.

Keywords: Women and IT; STEM; Course marketing; Courses for female students; Curricula Development

1 Motivation and objective

Currently only about 15 % of employees in the IT sector in Germany are women [St19]. The situation is similar regarding the numbers of female IT students. Despite an upward trend, the mean proportion of women in the 1,700 IT-related degree courses was only 21,8 %² (cf. [Je20, p. 15]). This is despite the high demand for IT graduates. According to a representative survey in 2020 of companies in all sectors, seven out of ten reported a shortage of IT specialists [Bi20]. In order to address this shortage, the IT sector's Bitkom association has also called for improved further training and for increased numbers of women in IT.

In Germany, there have been various attempts to increase the numbers of female undergraduates in STEM³ courses i.e. science, technology, engineering and mathematics, so that as a consequence more women will be employed in the

1 HTW Berlin, Wilhelminenhofstr. 75a, 12459 Berlin, Germany, siegeris@htw-berlin.de

2 Numbers refer to winter term 2017/18.

3 The German translation is MINT.

relevant occupations. Outstanding examples are the national network initiative ‘Komm, mach MINT’⁴ and the project ‘FRUIT: Frauen in IT’⁵ funded by the Federal Ministry of Education, which aims to increase the numbers of women studying IT by offering flexible, practically oriented and interdisciplinary courses.

Offering degree courses solely for women could be one possible way of increasing the numbers of women in the IT sector. In Germany’s higher education sector, there are currently three such courses in the STEM disciplines offered at Universities of Applied Sciences [De21].

In 2020, the Centre for Higher Education Research (CHE) updated its recommendations to increase the numbers of women taking IT degree courses [Fr19]. One of their recommendations was ‘No women-only classes’, cf. [Fr19, p. 10]. The authors claimed these were viewed sceptically by many, and only attracted few women. There was a risk that women would perceive themselves as a minority that needed special promotion⁶.

In this paper, we argue that there is indeed a justification for offering women-only degree courses. Since 2015, women starting the IT and business administration (FIW) course at the HTW Berlin – University of Applied Sciences have been presented with a questionnaire. A preliminary evaluation of the responses shows that a women-only IT course, if suitably presented, can attract female students who would otherwise not have studied computer science. Still, not all enrolments go back to the women-only setting. Therefore some of the design ideas or the addressing approach may also be useful in adapting existing STEM courses to increase attractiveness for a more diverse clientele.

The paper is organised as follows: In the next section, the design and the priorities of the degree programme are presented. An extra section is used to describe how the target group is addressed and how many students apply and enrol. We then present the results of the annual questionnaire and reason about the factors that led to enrolment. Finally we provide some remarks on dropouts and graduates and conclude with a summary and outlook.

4 <https://www.komm-mach-mint.de/> last access: 01.10.2022

5 <https://www.che.de/projekt/bmbf-forschungsprojekt-fruit-frauen-in-it/> last access: 01.10.2022

6 The recommendations are based on the results of a survey of computer science students, i.e. persons that already decided for a classical Computer Science programme. Among the 627 female participants (24.1 %), the proportion of university students was 58.9 percent. At the time of the survey, the average age of the female students was 22.8 years.)

2 Design and priorities of the degree programme

The degree course ‘Computer Science and Business Administration’ (for women) was started in 2009 at the HTW Berlin – University of Applied Sciences. The aim was to create an alternative IT option which would attract women in terms of the curriculum and the approach and would open up a way into careers in the IT sector.

The undergraduate course for IT and Business Administration over six semesters corresponds to 180 ECTS credits. Each year, at the start of the winter term, a new intake of 40 female students begin their studies. The name of the degree course suggests that it consists in equal parts of IT and economics. However, if the students visit the course website⁷, they will see that the focus is on computer science and its practical application, which accounts for almost 80 % of the teaching content.

The course has meanwhile been through three accreditation cycles. Initially, the course design placed a greater emphasis on economics and additionally included subjects such as contract negotiation and presentation techniques. As this orientation led to criticism of the degree programme as an ‘IT light’ option, the profile of the curriculum has since been shifted towards computer science.

Although the focus of the course is now more on IT, the combination with economics is still valuable. The economic subjects introduce the students to the language of a broad field of business applications, and ensure they are prepared, should they go on to start up their own business. The interdisciplinary aspect is also important, as studies in the past showed, that women enrol relatively more frequently for interdisciplinary STEM-courses ([Fr18, p. 23]).

Figure 1 gives an overview of the course of study.



Fig. 1: The six-semester undergraduate course ‘Computer Science and Business Administration’

The first two semesters provide a theoretical introduction (including programming I + II, software engineering, theoretical computer science, computer architecture and operating systems, computer networks). In the third semester, the students work on their first practical project (as well as taking classes on

⁷ <https://fiw.htw-berlin.de/studium/aufbau-des-studiums/> last access: 01.10.2022

subjects including databases, web technologies, data protection and data security). In the fourth semester the students work for 18 weeks on a full-time internship. In the fifth semester there is another practical project (accompanied by classes in distributed systems, modelling information systems, and two other chosen IT options). In the sixth semester, the students write their BA thesis.

A special focus of the degree course is on the practical orientation. On the one hand this can be again an advantage in attracting women for a STEM subject. In [Fr18, p. 28], it was shown that a greater emphasis on practical applications or a closer link between profession and academic studies can make IT courses more attractive in particular for women. On the other hand, a strong practical orientation can help the students to confront prejudices about the women only setting. The question: ‘Can such a degree programme prepare the students properly for the real work field?’ can be encountered in regard to the numerous practical formats, carried out in cooperation with industry partners. In total, the students have up to ten opportunities to gain insights into the professional world and gather practical experience. For more information on the practical orientation we refer to [SFK16].

3 Marketing and intake

In the early years, considerable efforts were made to attract interested students. Flyers and presentations were developed so that the teaching staff and the students of the course could visit schools and promote the course. At present the presentation of the course is restricted to the existing channels of HTW, such as the website⁸ and participation in internal event formats such as ‘(Digital) Insights’⁹, ‘Mädchen machen Technik’¹⁰ and ‘Girls’ Day’¹¹.

In the FIW marketing material the following three slogans are relevant for addressing interested students:

1. We start at zero. This slogan addresses the expectation of previous IT knowledge at the start of the course. Many students are concerned that they will not know as much as other students when the classes start. The objective of this slogan is to recruit women who are interested in the subject but perhaps

8 <https://fiw.htw-berlin.de/> last access: 01.10.2022

9 <https://events.htw-berlin.de/hochschule/digitale-einblicke/> last access: 01.10.2022

10 <https://events.htw-berlin.de/hochschule/maedchen-machen-technik/> last access: 01.10.2022

11 <https://www.berlin.de/sen/frauen/bildung/girls-day/> last access: 01.10.2022

do not dare to apply, because of their assumption that prior IT knowledge is a prerequisite. Enjoying mathematics and logical thinking are, however, a requirement.

2. Family-friendly timetable. Right at the start it was decided that students with children or dependants in need of care would have the guarantee that classes would only be held between 9.00 am and 4.00 pm. FIW is the only course at the HTW to offer this. However, requests of other students have shown that the need for a specific time frame is not limited to women-only courses and female students. Such provisions could also make other degree courses more attractive.

3. Questions welcome. In [ACM17] the authors investigated the behaviour of students in mixed gender computer science courses and found that female students were more likely to feel inhibitions about asking questions in class. With the slogan ‘Questions welcome’ we emphasises that FIW encourages its students to ask questions and use the given safe space to take an active part in learning new matters.

In general the marketing efforts together with individual recommendations lead to a sufficient number of enrolments. Table 1 shows the numbers of applicants and enrolments for the decade 2013–2022¹².

Tab. 1: Numbers of applicants and enrolments since 2014

| Year | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Applied | 101 | 113 | 199 | 225 | 250 | 215 | 194 | 162 | 123 | 166 |
| Enrolled | 42 | 61 | 40 | 44 | 52 | 40 | 39 | 42 | 38 | 46 |

4 Examining the motivation for the women only degree programme

This section reviews the composition of study groups and the motives women have for choosing FIW.

After examining the history of FIW and conducting many discussions with the students, the following hypothesis was formulated:

¹² The increase in the number of applicants in 2015 can be explained by the introduction of a new online application system. Since then, it has been possible to use a standard web platform to apply for several courses at the same time.

Remark 1 *The women-only degree course FIW reaches female students who would otherwise not have studied computer science.*

A first indication of this is the number of women beginning other IT courses at HTW. It was feared that numbers of female IT students in other programmes would decrease, but this has not been the case. Figure 2 shows the numbers of female students starting to study three other IT degree courses at HTW – before and after the start of the FIW degree programme in 2009. They show an overall upward trend.

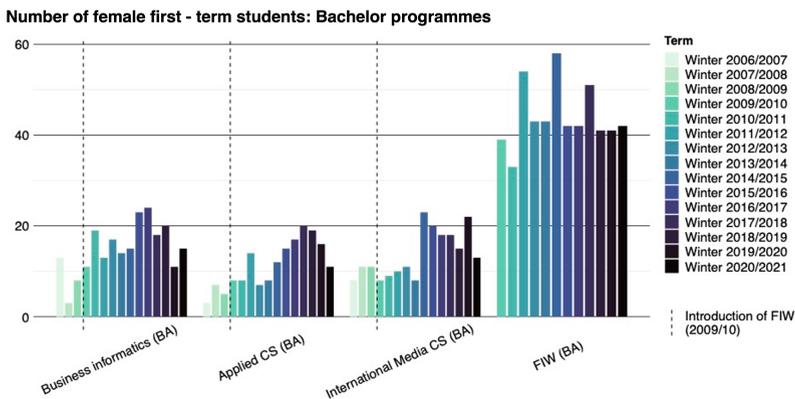


Fig. 2: Number of women among first-term students of related Bachelor programmes

The same numbers also show for the master's programme Business Informatics (cf. Figure 3) the significant increase of female students following the first graduation of FIW students in the winter term 2013/14.

In order to further investigate the reasons why students choose the women-only degree programme, all first-semester students since 2015 have been asked to complete a questionnaire about their motivation and their background. This questionnaire is handed out on paper during the introductory week. The average return rate is more than 90 %.

In order to determine the relevance of the fact that the degree course was only for women, questions were asked about the following points among others: the motivation for the application, the numbers and priority of the applications for other degree courses, the number of acceptances, and the reasons for the final choice.

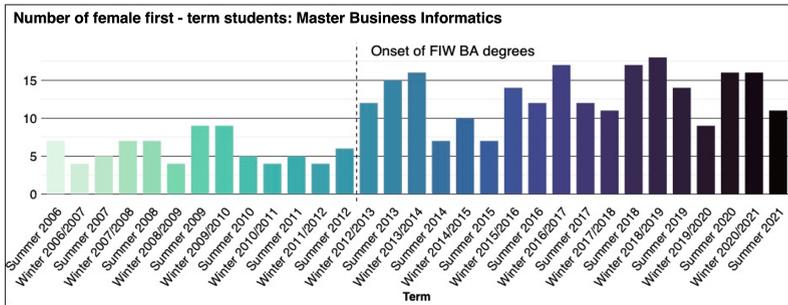


Fig. 3: Number of women among students of the master’s programme Business Informatics

The following evaluation shows the aggregated data as percentage for the years 2015–2021. The responses about the reasons for the application and the final decision are shown in Figures 4 and 5. In both cases, multiple answers were possible.

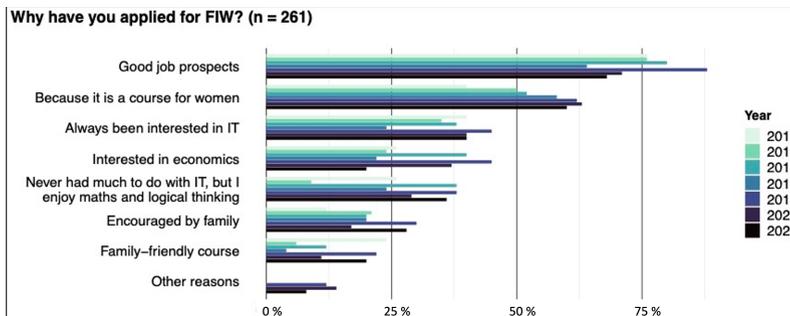


Fig. 4: Motivation for applying to FIW

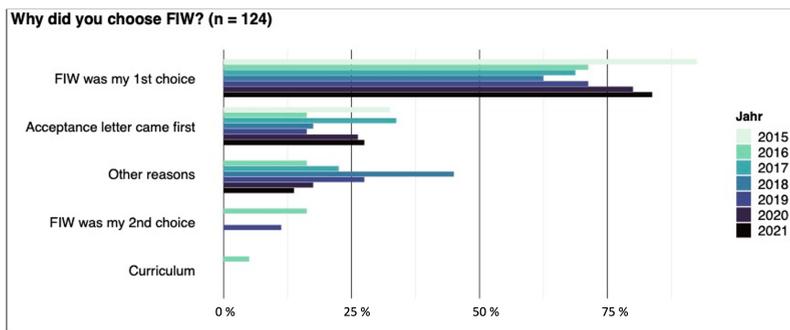


Fig. 5: Reasons for choosing FIW over another study programme

With regard to the motivation (cf. Figure 4), good career prospects were most important (as indicated by a total of 75 % of students naming this among their reasons). However, more than half of the respondents (55 %) said that the fact that it was for women only motivated them to apply for FIW.

About half of the students were also accepted for other study programmes. When asked why they chose FIW over the other programmes they were eligible for, 60 % stated that FIW was their first choice (cf. Figure 5). Comparable responses were received for the question ‘Have you applied for other degree courses?’ (cf. Figure 6). The results show that almost 80 % of the new students would not have started any other IT degree course in that semester if they had not matriculated for FIW. 30 % of the students did not apply for any other degree course besides FIW. A further 25 % only applied for non-IT-related degree courses besides FIW. The majority of them received an offer for at least one of these IT-unrelated options but decided in favour of FIW. Of the 21 % of newly enrolled students who had also received an offer for another IT degree course, almost all said that FIW was their first choice.

One assumption for choosing the women-only degree course could be that with limited prior IT knowledge the applicants would feel more accepted in a group together with other women. These applicants were targeted specifically with the measures outlined in section 3: ‘We start at zero’ and ‘Questions welcome’. In order to examine the assumption, we asked: ‘Have you already had some IT experience?’. The results depicted in Figure 7 show that in total 48 % of respondents answered with ‘No’.

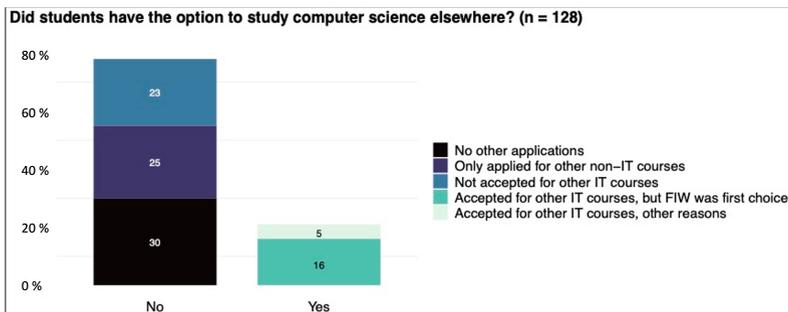


Fig. 6: Option to study another computer science programme

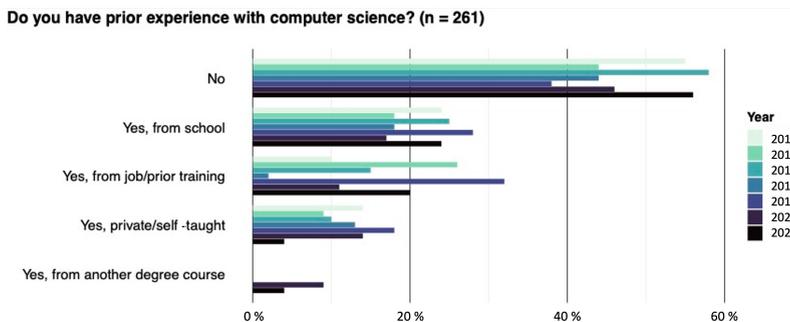


Fig. 7: Self-assessment of previous IT knowledge

The FIW degree course is of particular interest for cross-over students who have already begun or completed vocational training or another course of studies. This is shown by the responses to a question about previous training and education (cf. Figure 8).

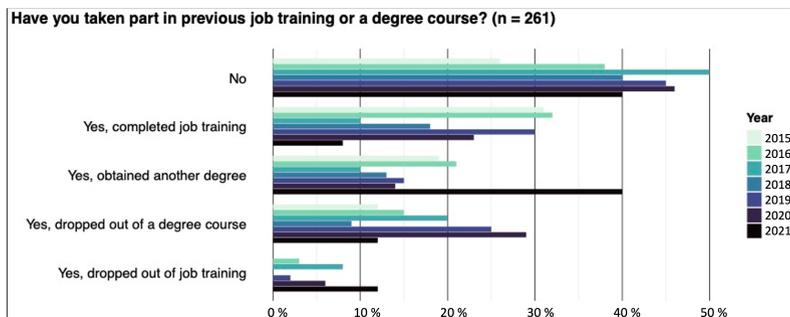


Fig. 8: Prior training and education

Fewer than half of the students (41 %) had begun the course directly after leaving school. All the others had already begun or completed a vocational training or a study programme.¹³ The qualifications completed and subjects studied included management assistant, industrial clerk, foreign language assistant, German studies, Scandinavian studies, social pedagogy, business administration, media and communication sciences, philosophy, political and social sciences, and communication design (examples stem from the survey period 2017/18).

13 No data are available for a comparison of the proportion of those changing from other IT courses.

A confirmation that at least part of the cross-over students would not have studied computer science can be concluded from the answers to ‘What would you have done if you had not been accepted here?’. In total 21 % of respondents chose: ‘Continued my previous employment.’

The variety of backgrounds is also reflected in the age of the first-term students (cf. Figure 9). The largest group comprises those under 22 years (58 % of respondents). The next largest age groups are 23–27 years (18 %) and 28–32 years (15 %).

The average age of students starting their FIW studies during the last 10 semesters was 24.4. The average age for the faculty during the same period was 22.7. This emphasises again that the group of FIW students differs from those of other IT course participants at HTW Berlin, but also other IT programmes, i. e. the respondents of the survey described in [Fr19].

The FIW degree course offers a family-friendly timetable, as referenced in section 3. Individual students gave verbal feedback that they were explicitly looking for family-friendly degree courses. FIW was the only one they found, and so they decided to study computer science. This priority was also reflected in the responses about motivation (cf. Figure 4). 14 % cited ‘family-friendly’ as a reason for applying for the FIW degree course.

In order to back up this assessment, we also asked the newly enrolled students whether they have children (cf. Figure 10). About 11 % were mothers.¹⁴

Finally, the family background of the students was considered. We asked about a possible migratory background to determine whether the degree course is of interest to international students. We asked: ‘Have you got a migration background, i. e. were you or at least one of your parents born outside Germany?’ More than half of the new students (56 %) responded in the affirmative.

A comparison with other degree courses at HTW is possible regarding the ‘inter-nationality rate’. This describes the ratio of foreign students to the total number of students. The FIW degree course has a ratio of 23.7 %, which is higher than other IT-courses at HTW Berlin (Applied CS: 18.3 %, Business Informatics: 19.1 %) and the faculty average (21.7 %). An exception is the International Media CS course with 29.7 %.

¹⁴ No comparable data are available for other courses.

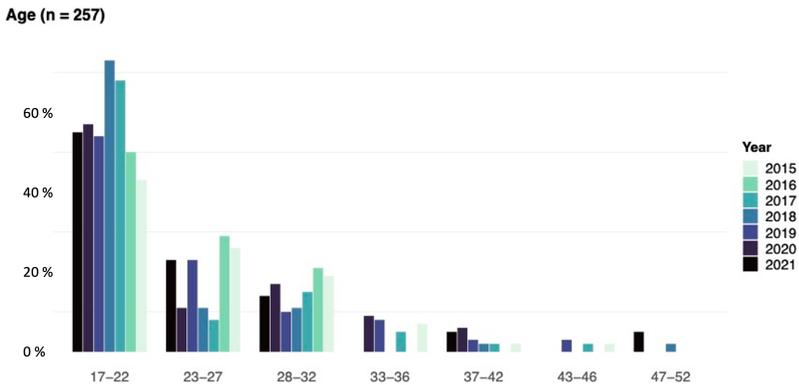


Fig. 9: Age of students

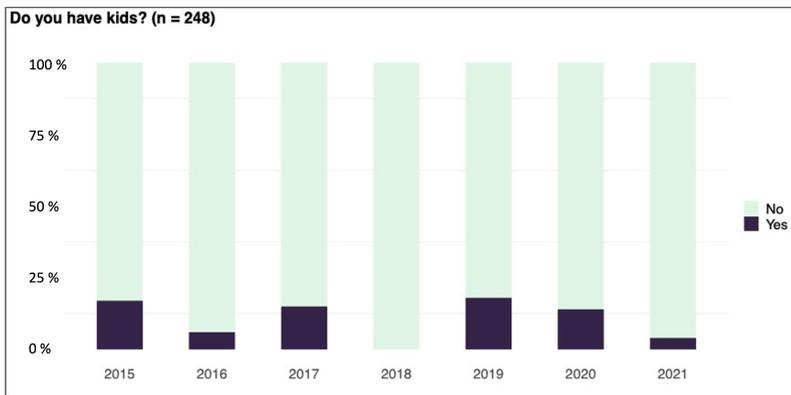


Fig. 10: Percentage of mothers among first-term students

5 Excursus – Dropouts and graduates

All the data shown so far referred to newly enrolled students. As with other IT degree courses, many students drop out of the FIW programme. For a comparison within HTW Berlin, the ‘remainder ratios’ are considered. These ratios describe the number of students in the final semester compared with the start of the first semester. The remainder ratio for FIW is 73.8 % (mean for annual values from 2009/10–2018/19), which is comparable with other undergraduate IT courses at HTW Berlin (Applied CS: 68.8 % , Business Informatics: 72.7 %, and International Media CS: 76.7 %).

From an observation of the Xing Alumnae Group, it is apparent that about half the FIW graduates go on directly to work in business. The other half study for an MA degree. There is particularly high demand for the post-graduate courses in Business Informatics and Applied Computer Science at HTW Berlin. Here we refer again to Figure 2, which shows the significant increase of female students in the post-graduate course Business Informatics after the first graduation of FIW students in the winter term 2013/14.

6 Summary

This paper shows first conclusions from a survey during the period 2015–2021, complemented by statistics of HTW Berlin. From the combination of these data sets it is possible to draw two key conclusions:

1. Spectrum of students: The group of female students shows a high degree of variety regarding factors like age, background, (prior) IT experience, educational background, and parental status.

2. Choosing FIW as study programme: The results of the accompanying survey indicate that a large group of students who chose FIW did apply for FIW because of the good career opportunities. Different prior career paths (59 %) and often little or no prior IT knowledge (48 %) suggest that this subject was not their first choice. More than half of the enrolled students (55 %) consciously opted for a women-only degree course as an entrance path into computer science. The rest of the group also considered other IT courses. Still, within this group 16 % said that FIW was their first choice.

The trends shown by the responses support the hypothesis that a considerable proportion of FIW students chose to study computer science because this subject was offered by the HTW Berlin as a women-only degree course.

However, the women-only characteristic is not the only factor supporting the decision for studying computer science. The responses also show that it could be attractive for other study programmes to actively address students (male or female) who do not have prior IT knowledge. Almost half of the FIW students answered the corresponding question 7 with ‘no prior IT knowledge’. If the programme description suggests a welcoming atmosphere for these applicants which incidentally appeared to have little connection to IT as a subject a new clientele may be acquired. Another argument, not only for an IT programme, is the family friendly time table. In our survey 14 % of respondents described this

as decisive for their application. This experience is backed up by requests from male students who asked for similar conditions for their studies.

A high potential for the recruitment of more IT professionals is the group of cross-over students. These are people that have already completed vocational training or a different study programme and only notice the value of IT knowledge afterwards. Our experience shows that there is a high interest for an IT upgrade within this group. An important obstacle in gaining these student are the university admission regulations, which restrict the number of students allowed to study for a second degree to 2–3 %. Here, political will could lower the barriers in favour of more IT professionals.

7 Outlook

There are no plans to introduce an MA degree specifically for women as a follow-up to the undergraduate degree course presented here. The FIW degree course is intended to provide an introduction to computer science. The results of the survey presented here show that a new clientele of female students is gained for computer science by the women-only IT degree course. With their graduation a highly varied additional group of women enter the IT employment market – contributing to greater variety in the IT sector. As long as women-only degree courses lead to more women choosing to study STEM subjects, they are a valid and commendable option.

Bibliography

- [ACM17] Alvarado, C.; Cao, Y.; Minnes, M.: Gender Differences in Students' Behaviors in CS Classes throughout the CS Major. In: Proceedings of the 2017 ACM SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE'17). New York, USA, pp. 27–32, 2017.
- [Bi20] Bitkom: 86.000 offene Stellen für IT-Fachkräfte, Bitkom e.V. Berlin, 2020, URL: <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/86000-offene-Stellen-fuer-IT-Fachkraefte>, visited on: 22/07/2022.

- [De21] Degener, J.: Überschaubares Angebot – Frauenstudiengänge in Deutschland, In: Studis Online, 25th Mar. 2021, URL: <https://www.studis-online.de/Studienfuehrer/frauenstudiengaenge.php>, visited on: 22/07/2022.
- [Fr18] Friedrich, J.-D.; Hachmeister, C.-D.; Nickel, S.; Peksen, S.; Roessler, I.; Ulrich, S.: Frauen in Informatik: Welchen Einfluss haben inhaltliche Gestaltung, Flexibilisierung und Anwendungsbezug der Studiengänge auf den Frauenanteil? (CHE-AP 200), Gemeinnütziges Centrum für Hochschulentwicklung, 2018.
- [Fr19] Friedrich, J.-D.; Hachmeister, C.-D.; Nickel, S.; Peksen, S.; Roessler, I.; Ulrich, S.: Frauen in IT: Handlungsempfehlungen zur Gewinnung von Frauen für Informatik. (CHE-AP 222), Gemeinnütziges Centrum für Hochschulentwicklung, 2019.
- [Je20] Jeanrenaud, Y.: MINT. Warum nicht? Zur Unterrepräsentation von Frauen in MINT, speziell IKT, deren Ursachen, Wirksamkeit bestehender Maßnahmen und Handlungsempfehlungen. Expertise für den Dritten Gleichstellungsbericht der Bundesregierung, 2020.
- [SFK16] Siegeris, J.; Freiheit, J.; Krefting, D.: The Women’s Bachelor Programme ‘Computer Science and Business Administration’ and its Consistent Orientation to Practical Training. In: Procedia - Social and Behavioral Sciences. Vol. 228, pp. 509–514, 2016.
- [St19] Statistisches Bundesamt: Männerberufe, Frauenberufe? Klassische Rollenbilder bestimmen noch immer die Arbeitswelt. Fakten zum Internationalen Männertag am 19. November 2019, Wiesbaden, 2019, URL: <https://www.presseportal.de/pm/32102/4442197>, visited on: 22/07/2022.

Vermittlung von Inhalten

The Place of Ethics in Computer Science Education

Gregor Große-Bölting¹, Lukas Scheppach¹, Andreas Mühling¹

Abstract: Ethical issues surrounding modern computing technologies play an increasingly important role in the public debate. Yet, ethics still either doesn't appear at all or only to a very small extent in computer science degree programs. This paper provides an argument for the value of ethics beyond a pure responsibility perspective and describes the positive value of ethical debate for future computer scientists. It also provides a systematic analysis of the module handbooks of 67 German universities and shows that there is indeed a lack of ethics in computer science education. Finally, we present a principled design of a compulsory course for undergraduate students.

Keywords: ethics; diversity; social impact; bachelor; curriculum analysis; course development

1 Introduction

Topics related to computer science that appear in media and thus are made aware to the general public today very often touch on aspects of ethics, reflecting how deeply our discipline has affected and shaped our modern world. Such topics, for example, deal with the environmental impact of cryptocurrencies [Ar21], non-fungible tokens (NFTs) [Ba21] or with the rejection of AI powered automatic facial recognition technology by cities in the US, set in motion by the Black Lives Matters movement [CFK19]. Another example are GPT3's (*Generative Pre-trained Transformer 3*, a language prediction model created by OpenAI) capabilities that impress laymen and experts alike, but also engage philosophers to consider the ethical implications [Da21; MN20] and raise questions about the consequences for the human self-image [We20].

¹ Kiel University, Department of Computer Science, Christian-Albrechts-Platz 4, 24118 Kiel, ggb@informatik.uni-kiel.de <https://orcid.org/0000-0003-0303-1796> | stu126679@mail.uni-kiel.de | andreas.muehling@informatik.uni-kiel.de <https://orcid.org/0000-0002-6396-3491>

The ACM curricula for computer science have included ethics as an elective element since the 1970s and starting in the 1990s even had a (small) mandatory component. Since 2004, it is a required component of degree programs to be accredited [Qu06]. The current 2020 ACM guidelines [CC20, pp. 76] as well consider ethics to be an important and permanent part of computer science education. As a result, ethics is widely taught as part of computer science in the USA, even though the exact implementation varies widely: Sometimes students have to take ethics courses outside the department, sometimes they are provided within computer science [Re20]. There is also the possibility to spread the compulsory part over several courses and thus to teach ethics in context, e.g. in Machine Learning courses to deal with problems of data bias and in Algorithmics courses to deal with the human part in the design of algorithms [Fi21]. The latter model tends to be uncommon, as it makes it more difficult to prove that the ethics element has been incorporated. If ethics is integrated within a single course, it is also referred to as a vertical ethics offering, while if it is spread over several courses, it is referred to as a horizontal [Qu06]. Systematic evaluations of the contents of these courses can be found in Saltz [Sa19] and Garrett [GBF20].

The German Informatics Society (Gesellschaft für Informatik, GI) as well has recommendations for anchoring ethics in a bachelor's program in computer science: while the 2005 recommendations [GI05] consider ethics and responsible action as an aspect for strengthening self-competence in the sub-area of interdisciplinary key competencies, the 2016 recommendations [Zu16] list 'Computer Science and Society' as a cognitive competence area. The content addresses legal topics, data protection, professional ethics and social responsibility. Since this is only part of the ethical and social issues in connection with computer science, as will be shown in the following, a large area of ethical reflection remains neglected.

This paper offers a perspective on ethics within computer science courses in Germany in three different ways: First, we formulate a theoretical argument for the value of ethics in CS. Second, we take a look at the current state of implementation of ethics in German universities and third, we are presenting the design of a new compulsory course on ethics to be implemented at Kiel university.

2 The Value of Ethics in Computer Science Education

Competencies in dealing with ethical implications are increasingly required from computer scientists. For example, conferences in the ML and AI sectors are now beginning to require that papers submitted include an ethical or social impact statement that provides an assessment of the consequences for society of the technical design presented in the paper [AR20].

For novice scientists unfamiliar with and untrained in ethical reasoning, this can be a challenge, in particular as the epistemic approach of our discipline manifested around computational thinking, formal reasoning and problem solving, is inappropriate for solving ethical or social problems, which require negotiation, interpretation and sometimes the toleration of ambiguities. Ethical education can make an important contribution at this point, not only by enabling students to navigate their way around ethical considerations in their later professional life, but also by showing the limits of the discipline and making clear when engineers should seek the expertise of experts from other disciplines – such as trained ethicists [RSA21].

In addition, including ethics in CS curricula may also help with the lack of diversity still common in our discipline. One reason why computer science still has a problem with diversity is seen in the fact that women and minorities are particularly interested in realizing communal values through their course of study [Di10; Le19]. However, since this is not established in the discipline of computer science and thus lacks appreciation, these groups often find themselves deterred and avoid or leave the field [Di10; Le19]. In addition, it has been observed that a social or ethical orientation decreases during the course of the study of computer science: students who had idealistic goals at the beginning lose them over the course of their studies [Pe18; GSM20]. To put it bluntly, students of computer science lose their ethical and social interest. The predominant epistemic approach for CS – outlined above – has been argued to be one of the driving factors for this [Ea14; RSA21].

Besides this, from the point of view of socio-cultural learning theories, such as Lave and Wenger's Community of Practice, ethics may also help in another way. Newcomers who want to gain a foothold in a discipline do so by learning the practices of that discipline. This includes not only what to do, but how and why [LW91, p. 98]. Values play a prominent role in this, because a shared and non-explicit set of values must first be experienced and learned in order to become part of the discipline and develop a professional identity. In this context,

ethics can serve as a means of self-assurance and reflection on values and thus make implicit knowledge explicit to newcomers [Lo05].

3 Ethics in German CS Curricula: An Analysis

In order to determine the extent to which ethics plays a role in computer science at universities in Germany, we systematically examined the curricula in this regard.

As the basis of the analysis, we used the most recent CHE ranking of 2020/2021². All universities listed in the ranking and offering a bachelors degree for computer science were selected. Based on this data, the CS curricula and corresponding module catalogs of these institutions were searched for any modules that deal with ethical topics. Courses that are not primarily concerned with ethical issues but have ethical components were also included: We applied an inclusive understanding of what we consider ethical content so as not to exclude any eligible courses. The main criterion was whether the course reflects the subject of computer science itself or addresses ethical or social issues in terms of content or methodology. Courses that only include this to a lesser extent (e.g. soft skills) were nevertheless considered. A distinction was made between compulsory and elective modules.

The information available in the module descriptions – in particular the topics and the learning goals – was inductively coded using qualitative content analysis [Ma04] by one of the authors, thus forming a category system (see below). Another author then deductively coded the elective modules based on the existing category system. This approach determined whether further topics were dealt with that were not covered by the categories of the compulsory modules. We also recorded the weekly hours (SWS) of each module.

3.1 Results

In total, we examined the material of 67 universities. Nine of the examined universities offer compulsory modules and 23 offer elective modules, the remaining institutions do not offer anything related to ethics. The compulsory modules have 3.38 SWS on average (SD 1.41), elective modules have an average of 2.95 SWS (SD 1.43). We were not able to determine the weekly hours for all modules.

² CHE Ranking, accessed May 7, 2021, <https://www.che.de/ranking-deutschland/>.

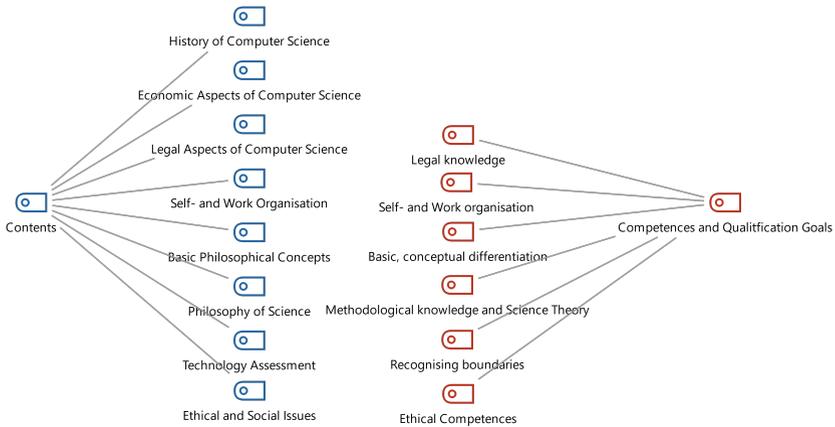


Fig. 1: Matching the contents and competencies (or qualification goals) found in the module descriptions.

The topics of the compulsory modules can be divided into the categories ‘History of Computer Science’, ‘Economic Aspects of Computer Science’, ‘Legal Aspects of Computer Science’, ‘Self- and Work Organisation’, ‘Basic Philosophical Concepts’, ‘Philosophy of Science’, ‘Technology Assessment’ and ‘Ethical and Social Issues’. The top three categories with 21, 16 and 10 appearances respectively are: ‘Ethical and societal issues’, ‘Legal aspects of Computer Science’ and ‘Self- and Work Organisation’.

Regarding the learning goals or competencies that the compulsory module descriptions state, the categories ‘Ethical competences’, ‘Recognizing boundaries’, ‘Basic, conceptual differentiation’, ‘Methodological knowledge and Science Theory’, ‘Legal knowledge’ and ‘Self- and Work organisation’ were identified. ‘Ethical competences’, ‘Self- and Work Organisation’ and ‘Methodological Knowledge’ with 19, 16 and 6 occurrences respectively were the top categories.

The examination of the elective modules did not lead to any new categories regarding the topics or learning goals.

Regarding module names, we found ‘Computer Science and Society’ to be the most frequent, occurring three times in the compulsory modules and eight times in the elective modules. Two electives modules are named ‘Soft Skills’, the remaining module names only appear once. In most module names, such as ‘Computer Science and Society’, ‘Ethics and Law in Computer Science’ or

‘Technology Assessment and Evaluation’, an ethical component can be identified more or less directly. For other module names, such as ‘Soft Skills’, ‘Key Competences I & II’ or ‘Knowledge in Modern Society’, a look at the module description is needed in order to determine that ethical topics in computer science are in fact part of the module.

3.2 Discussion

As the results show there are hardly any modules, neither compulsory nor elective, that are concerned exclusively with ethical issues; almost all modules deal with other interdisciplinary topics. They often mix ethical with legal issues and even self- and work organisation. Considering that the modules are rather minor in terms of the hours allocated to them per week (SWS) and that not only ethical issues are dealt with during this time, it can be concluded that ethics currently only plays a subordinate role in computer science degrees in Germany. Even more so, mixing ethical topics, sometimes seemingly random, with other non-core (‘soft’) topics fosters a devaluation of ethics as a relevant topic, especially if there is no epistemological clarification and framing [RSA21].

The frequent naming of the courses as ‘Computer Science and Society’, as well as the alignment of the content, suggests a strong orientation of the module authors to the GI recommendations [Zu16]. A limitation of our analysis is the consideration of only module descriptions and manuals: This makes it difficult to gain a precise insight into the actual content taught. Further research in this area could circumvent this limitation by interviewing lecturers. It is owed to the explorative nature of this study that we initially approached the analysis with an inclusive view of the topic and thus found a wide range of content taught (e.g., soft skills). The category system we developed can be used in the future to conduct further analyses with a more precise focus.

4 A Compulsory Course on Ethics

As part of a restructuring of the bachelors degree program, the Institute of Computer Science at Kiel University has opted to include ethics as a compulsory part of the curriculum. The concept of the new module is outlined below to serve as a basis for discussion.

The design of the module follows five major design goals:

(1) It deliberately focuses on ethics, not on legal issues, which are often covered within the same course context. However, it is important to point out that legality and legitimacy are two very different concepts. Engineers must be knowledgeable about law and the legal framework they operate in, but it is ethical awareness that enables meaningful embedding of systems within a social context.

(2) It focuses on systems that are already part of everyday life and on challenges that engineers and scientists face in the here and now. It has been observed, that in the context of AI or ML ethics, it often happens that the discussion turns to developments in the more distant future, such as speculations on the *Singularity* [Ku06], while the actual, already prevailing problems of the present are given less consideration [Co20; Lo19; Mi18].

(3) It provides students with tools for immediate use in projects. In order for students to experience their engagement with ethics as meaningful, they must be able to see its concrete practical relevance. Accordingly, problems from computer science should be taught and applicability of the methods should be a focus.

(4) It provides enough ethical knowledge to make communication with ethics experts possible. Regarding the difficult question of the amount of basic philosophical and ethical knowledge that computer scientists need to learn, Gambelin [Ga20] argues that knowledge which enables shared understanding and communication is sufficient. Thus, a shared vocabulary of basic terms and methods must be made available without expecting them to have in-depth knowledge.

(5) Finally, the course design strives to make participants aware that ethics is not in the hands of ‘ethical unicorns’ [RSA21] who make decisions for themselves but that as engineers they have to talk to stakeholders, or indeed to ethicists, when systems they develop affect the interests (of groups) of other people.

From these five design goals, three top-level content areas emerge quite naturally: Ethical foundations must be developed and the location of ethics in the discipline must be addressed. This is done in the first part, *Foundation*. The second part, *Context*, transfers the basic ethical concepts to specific problems that arise in the context of the development of computer science systems in particular. Finally, the third part, *Application*, tries to provide the students with the methodological tools that are necessary for an ethical development of systems.

The foundation part deals with the role of computer science ethics as a domain ethics. It discusses the epistemic means of computer science and how these differ from other sciences in order to narrow down the scope of problem solving. This part also clarifies fundamental lines of ethical reasoning: consequentialism, deontology, and virtue ethics, but also discourse ethics, justice theory, and care ethics. Key concepts of computer science ethics, as derived from a comprehensive literature review by Stahl et al. [STM16] – like agency, autonomy, freedom, identity, justice, privacy, responsibility – are introduced and their meaning is elaborated by the students. Basic techniques of philosophical argumentation are discussed as well, such as the goals and scope of ethical argumentation, thought experiments, etc., and how to read and write ethical texts.

The context part focuses on specific problems in the context of the development and use of computer systems. The individual sections are roughly based on the systematic literature review by Saltz et al. [Sa19] and the curriculum review by Garrett et al. [GBF20] respectively. One of the sections deals with responsibility, in particular with issues around the attribution of responsibility, the responsibility gap and the *problem of many hands* which occurs when a system acts ‘autonomously’. Other topics include transparency and security of information systems, especially transparency of algorithms and models (in the context of ML) and ethical considerations for the security of information systems, as well as issues around the collection and dissemination of data: The emergence and consequences of systematic biases in data, monopolization and exploitation in the area of so-called ghost work [GS19]. This section will also discuss professional ethics, the ethical guidelines of the GI, ACM, IEEE, etc. and their scope and criticism (e.g. [Ha20]).

The application part focuses on the implementation of ethical tools and methods. Case studies, e.g. on autonomous weapon systems, self-driving cars and social robots, are discussed. The exploration of ethical design methods and the reflection on how existing design methods such as ‘agile’ contain value concepts are the key aspects of this part. Finally, specific requirements for the computer scientist as a scientist are explained and in particular ethical and social impact statements are elaborated. This should enable the students not only to evaluate the quality of impact statements, but also to write them on their own.

In accordance with the orientation of the module to impart both relevant knowledge from ethics and to specifically train students in practical skills, it will consist to equal parts of a lecture and a seminar. Within the seminar, students

will have the opportunity to discuss ethical and social problems, to practice reading and interpreting philosophical texts, and to write their own texts – such as impact statements. In addition, they will have the opportunity to try out ethical design methods by means of exemplary project tasks.

To enable the students to apply their ethical knowledge even more and to ensure a higher level of practical relevance, an ethical component will also be incorporated in the software design project that all students have to complete as part of their bachelor's degree. The project is offered in cooperation with an industry partner and should be attended directly after the ethics module. In the course of the project, one day is dedicated to an ethical reflection; the teacher of the ethics module is available to the students for questions and as a discussion partner. Finally, part of the exam performance of the ethics module is that the students develop an ethical concept for their project. Thus, ethics is not only integrated vertically but also horizontally, i.e. across at least two courses in the study program. Students can not only experience the integration of the subject matter into a practical context, but also see that the topic receives recognition and space from other teachers – a problem that otherwise often leads to a devaluation of the topic [Qu06].

4.1 Addendum: Report on the First Implementation

In the winter semester 2021/22, the module presented above was held as an elective at the computer science department at Kiel University, before being continued as a compulsory course for the first time in the coming winter semester (2022/23). 32 students took part in the course and attempted to gain admission to the examination. The elective course could be credited to students in different study programs and study regulations, so that computer science students of different semesters were represented as well as teacher training and business informatics students. This heterogeneity was a great challenge for this first test run, but helped to force the reflection about the necessary prerequisites of the course.

The module was implemented as a course with one hour per week of lecture and one hour of seminar each. Since the lecture and seminar parts alternated fluently, it was aimed at a kind of workshop character. The main content areas were implemented as discussed above, Figure 2 illustrates the structure of the course. In order to train the procedural competences of the students with regard

| Foundation | Context | Application |
|-----------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| 01 Orientation | 05 Responsibility | 09 Case studies |
| 02 Argumentation | 06 Privacy, transparency and security | 10 Ethical design methods |
| 03 Ethical reasoning | 07 Data | 11 Ethics in science |
| 04 Important Concepts | 08 Ethical guidelines | 12 Individual dilemma situations |

Fig. 2: Structure of the module and main content areas.

to ethical argumentation, various offerings were made: In addition to a weekly homework assignment, students were given the opportunity to (voluntarily) complete more extensive send-in assignments. Each of these assignments was a detailed case analysis, which was to be carried out according to a previously introduced method or under a specific question. The final exam of the course consisted of a similar task.

In the final session of the course, feedback was sought from students, particularly with regard to the content and surrounding conditions of the course. Students found a wide range of topics interesting; explicitly mentioned and supported by more than one participant were the following topics: Addressing dilemma situations, ethical lines of reasoning, ethical problems of data, data collection and biases, questions about the responsibility of the computer scientist, the importance of nudges, dark patterns, surveillance capitalism, and chilling effects. This confirms the observation made by others [Pr21] that computer science students are generally very interested in ethical problems. In contrast, students did not find the discussion of methodological or ‘craft’ issues (how to read and write ethical texts) particularly interesting. Regarding the surrounding conditions of the course, students emphasized the open implementation as positive as it contained a lot of interactivity and discussion, with a balanced mixture of input and (self-)reflection but also the comprehensibility of the slides and the examination conditions (a written examination was written as a pre-requisite for the final essay). Negative comments were made about the abundance of topics and the implementation of homework and assignments, which were perceived as too extensive.

Further development is strongly oriented towards this student feedback: The content of the methodological aspect is to be revised again so that the relevance of the skills taught – reading and writing ethical texts – becomes more apparent

to the students. In addition, the interaction of homework, assignments, and the written exam will be reconsidered. The overall aim is to ensure that these three elements are better integrated and that students are more motivated to make use of these offerings.

5 Conclusion

The Peter Parker principle – ‘With great power comes great responsibility’ – could already be reason enough to deal with ethics more decisively in computer science: Computer systems are part of everyday life and determine many aspects of our lives without us being aware at all times whether a decision is still made by a human or by a machine. The fact that the engineers responsible for building and using these systems are nevertheless not subject to any ethical training, that these systems themselves are hardly regulated, should be met with astonishment in a democratic society.

Nevertheless, as our analysis shows, only very few universities in Germany – nine from our sample of 67, a mere 13.43 % – include ethics as a compulsory part in their CS education programs. Even then, it is often not awarded many weekly hours and grouped together with other ‘soft’ topics in unspecific modules. One limitation of our analysis, however, is that horizontal approaches to teaching ethics are difficult to locate with the method presented above.

Yet, as we discussed, there is an increasing need for ethical trained computer scientists and this kind of training may not come naturally to many of them. However, including ethics in the syllabus may provide an opportunity for a more diverse group of students to feel welcome in our discipline.

Based on these considerations, a principles-driven proposal for the design of a compulsory ethics course in a bachelors degree in computer science was presented.

Further research would be necessary and helpful to substantiate the relationship between values and disciplinary identity, which is currently assumed in theory but supported only by circumstantial evidence. Overall, it would be desirable to better integrate the influence of reflection on science as part of the degree program and to research its impact. This would include an awareness not only of what computational thinking is but also of what its limitations are and what problems might be better solved with other tools.

Bibliography

- [AR20] Abuhamad, G.; Rheault, C.: Like a Researcher Stating Broader Impact For the Very First Time./, 2020, arXiv: 2011.13032.
- [Ar21] Aratani, L.: Electricity needed to mine bitcoin is more than used by ‘entire countries’, 2021, URL: <http://www.theguardian.com/technology/2021/feb/27/bitcoin-mining-electricity-use-environmental-impact>, visited on: 04/08/2021.
- [Ba21] Barber, G.: NFTs Are Hot. So Is Their Effect on the Earth’s Climate, 2021, URL: <https://www.wired.com/story/nfts-hot-effect-earth-climate/>, visited on: 04/08/2021.
- [CC20] CC2020 Task Force: Computing Curricula 2020: Paradigms for Global Computing Education. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2020.
- [CFK19] Conger, K.; Fausset, R.; Kovaleski, S. F.: San Francisco Bans Facial Recognition Technology, May 2019, URL: <https://www.nytimes.com/2019/05/14/us/facial-recognition-ban-san-francisco.html>, visited on: 04/08/2021.
- [Co20] Coeckelbergh, M.: AI Ethics. MIT Press, 2020.
- [Da21] Dale, R.: GPT-3: What’s it good for? Natural Language Engineering 27/1, pp. 113–118, 2021.
- [Di10] Diekman, A. B.; Brown, E. R.; Johnston, A. M.; Clark, E. K.: Seeking Congruity Between Goals and Roles: A New Look at Why Women Opt Out of Science, Technology, Engineering, and Mathematics Careers. Psychological Science 21/8, pp. 1051–1057, 2010.
- [Ea14] Easterbrook, S.: From Computational Thinking to Systems Thinking: A conceptual toolkit for sustainability computing. In: 2nd International Conference on ICT for Sustainability (ICT4S 2014) (Advances in Computer Science Research, 2). Atlantis Press, pp. 235–244, 2014.

- [Fi21] Fiesler, C.; Friske, M.; Garrett, N.; Muzny, F.; Smith, J. J.; Zietz, J.: Integrating Ethics into Introductory Programming Classes. In: Proceedings of the 52nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education. SIGCSE '21, Association for Computing Machinery, Virtual Event, USA, pp. 1027–1033, 2021.
- [Ga20] Gambelin, O.: Brave: what it means to be an AI Ethicist. *AI and Ethics* 1/1, pp. 87–91, 2020.
- [GBF20] Garrett, N.; Beard, N.; Fiesler, C.: More Than “If Time Allows”: The Role of Ethics in AI Education. In: Proceedings of the AAAI/ACM Conference on AI, Ethics, and Society. AIES '20, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, pp. 272–278, 2020.
- [GI05] GI – Gesellschaft für Informatik: Bachelor- und Masterprogramme im Studienfach Informatik an Hochschulen (Dezember 2005), 2005.
- [GS19] Gray, M. L.; Suri, S.: *Ghost Work: How to Stop Silicon Valley from Building a New Global Underclass*. Mariner Books, 2019.
- [GSM20] Große-Bölting, G.; Schneider, Y.; Mühling, A.: Beginning Students' Conceptions of Computer Science: The Effect of the First Semester. In: International Conference on Learning and Teaching in Computing and Engineering (LaTICE). 2020.
- [Ha20] Hagendorff, T.: The Ethics of AI Ethics: An Evaluation of Guidelines. *Minds and Machines* 30/1, pp. 99–120, 2020.
- [Ku06] Kurzweil, R.: *The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology*. Penguin (Non-Classics), London, 2006.
- [Le19] Lewis, C.; Bruno, P.; Raygoza, J.; Wang, J.: Alignment of Goals and Perceptions of Computing Predicts Students' Sense of Belonging in Computing. In: Proceedings of the 2019 ACM Conference on International Computing Education Research. ICER '19, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, pp. 11–19, 2019.
- [Lo05] Loui, M. C.: Ethics and the Development of Professional Identities of Engineering Students. *Journal of Engineering Education* 94/4, pp. 383–390, 2005.
- [Lo19] Loh, J.: *Roboterethik: Eine Einführung*. Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main, 2019.

- [LW91] Lave, J.; Wenger, E.: *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press, 1991.
- [Ma04] Mayring, P. et al.: *Qualitative content analysis. A companion to qualitative research 1/2*, pp. 159–176, 2004.
- [Mi18] Misselhorn, C.: *Grundfragen der Maschinenethik*. Reclam, Stuttgart, 2018.
- [MN20] McGuffie, K.; Newhouse, A.: *The Radicalization Risks of GPT-3 and Advanced Neural Language Models.*, 2020, arXiv: 2009.06807.
- [Pe18] Peters, A.-K.: *Students' Experience of Participation in a Discipline—A Longitudinal Study of Computer Science and IT Engineering Students*. *ACM Trans. Comput. Educ.* 19/1, Sept. 2018.
- [Pr21] Pretschner, A.; Zuber, N.; Gogoll, J.; Kacianka, S.; Nida-Rümelin, J.: *Ethik in der agilen Software-Entwicklung*. *Informatik Spektrum* 44/5, pp. 348–354, 2021.
- [Qu06] Quinn, M. J.: *On teaching computer ethics within a computer science department*. *Science and Engineering Ethics* 12/2, pp. 335–343, 2006.
- [Re20] Reich, R.; Sahami, M.; Weinstein, J. M.; Cohen, H.: *Teaching Computer Ethics: A Deeply Multidisciplinary Approach*. In: *Proceedings of the 51st ACM Technical Symposium on Computer Science Education. SIGCSE '20*, Association for Computing Machinery, Portland, OR, USA, pp. 296–302, 2020.
- [RSA21] Raji, I. D.; Scheuerman, M. K.; Amironesei, R.: *You Can't Sit With Us: Exclusionary Pedagogy in AI Ethics Education*. In: *Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency. FAccT '21*, Association for Computing Machinery, Virtual Event, Canada, pp. 515–525, 2021.
- [Sa19] Saltz, J.; Skirpan, M.; Fiesler, C.; Gorelick, M.; Yeh, T.; Heckman, R.; Dewar, N.; Beard, N.: *Integrating Ethics within Machine Learning Courses*. *ACM Trans. Comput. Educ.* 19/4, Aug. 2019.
- [STM16] Stahl, B. C.; Timmermans, J.; Mittelstadt, B. D.: *The Ethics of Computing: A Survey of the Computing-Oriented Literature*. *ACM Computing Surveys* 48/4, 55:1–55:38, Feb. 2016.

-
- [We20] Weinberg, J.: Philosophers On GPT-3 (updated with replies by GPT-3). DailyNous.com/, 2020, URL: <https://dailynous.com/2020/07/30/philosophers-gpt-3/>, visited on: 08/02/2023.
- [Zu16] Zukunft, O.: Empfehlungen für Bachelor- und Masterprogramme im Studienfach Informatik an Hochschulen, 2016, URL: https://dl.gi.de/bitstream/handle/20.500.12116/2351/58-GI-Empfehlungen_Bachelor-Master-Informatik2016.pdf, visited on: 08/02/2023.

Aufbau informatischer Kompetenzen im Kontext KI bei Lehramtsstudierenden des Faches Politik

David Baberowski¹, Thiemo Leonhardt¹, Susanne Rentsch², Nadine Bergner¹

Abstract: Lehrkräfte aller Fächer benötigen informatische Kompetenzen, um der wachsenden Alltagsrelevanz von Informatik und aktuell gültigen Lehrplänen gerecht zu werden. Beispielsweise verweist in Sachsen der Lehrplan für das Fach Gemeinschaftskunde, Rechtserziehung und Wirtschaft am Gymnasium mit dem für die Jahrgangsstufe 11 vorgesehenem Thema „Digitalisierung und sozialer Wandel“ auf Künstliche Intelligenz (KI) und explizit auf die Bedeutung der informatischen Bildung. Um die nötigen informatischen Grundlagen zu vermitteln, wurde für Lehramtsstudierende des Faches Politik ein Workshop³ erarbeitet, der die Grundlagen der Funktionsweise von KI anhand von überwachtem maschinellen Lernen in neuronalen Netzen vermittelt⁴. Inhalt des Workshops ist es, mit Bezug auf gesellschaftliche Implikationen wie Datenschutz bei Trainingsdaten und algorithmic bias einen informierten Diskurs zu politischen Themen zu ermöglichen. Ziele des Workshops für Lehramtsstudierende mit dem Fach Politik sind: (1) Aufbau informatischer Kompetenzen in Bezug zum Thema KI, (2) Stärkung der Diskussionsfähigkeiten der Studierenden durch passende informatische Kompetenzen und (3) Anregung der Studierenden zum Transfer auf passende Themenstellungen im Politikunterricht. Das Evaluationskonzept umfasst eine Pre-Post-Befragung zur Zuversicht zur Vermittlungskompetenz unter Bezug auf maschinelles Lernen in neuronalen

1 TU Dresden, Didaktik der Informatik, Nöthnitzer Straße 46, 01187 Dresden, Deutschland david.baberowski@tu-dresden.de <https://orcid.org/0000-0001-6308-4334> | thiemo.leonhardt@tu-dresden.de <https://orcid.org/0000-0003-4725-9776> | nadine.bergner@tu-dresden.de <https://orcid.org/0000-0003-3527-3204>

2 TU Dresden, Didaktik der politischen Bildung, Bergstraße 53, 01069 Dresden, Deutschland susanne.rentsch1@tu-dresden.de <https://orcid.org/0000-0001-6966-0451>

3 Das diesem Artikel zugrundeliegende Vorhaben wird im Rahmen der gemeinsamen „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ von Bund und Ländern mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01JA2017B gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

4 Der Beitrag ist eine Überarbeitung von [Ba21] und enthält die Auswertung von Daten neuer Durchführungen.

Netzen im Unterricht, sowie die Analyse einer abschließenden Diskussion. Für die Pre-Post-Befragung konnte eine Steigerung der Zuversicht zur Vermittlungskompetenz beobachtet werden. Die Analyse der Diskussion zeigte das Bewusstsein der Alltagsrelevanz des Themas KI bei den Teilnehmenden, aber noch keine Anwendung der informatischen Inhalte des Workshops zur Stützung der Argumente in der Diskussion.

Keywords: informatische Grundkompetenzen; Lehramtsstudium; KI; maschinelles Lernen; fächerverbindend

1 Motivation

Neben der Ausbildung der fachdidaktischen und medienpädagogischen Kompetenzen aller Lehramtsstudierenden sind informatische Grundkompetenzen (IGK) nötig, um digitalisierungsbezogene Entwicklungen in allen Fächern diskutieren und analysieren zu können [Ga17] [Hu20] [Ku21].

Eine Integration von relevanten informatischen Inhalten kann sowohl in Fachveranstaltungen als auch in Informatikveranstaltungen für Lehramtsstudierende aller Fächer erfolgen [LH19], welche aufgrund der heterogenen Zielgruppe im Bezug auf informatische Inhalte breit aufgestellt sein müssen. Der fachspezifische Ansatz ermöglicht die Betrachtung von passgenauen Aspekten der jeweiligen Fachdidaktik. In diesem Beitrag wird ein Workshop zum Thema „Künstliche Intelligenz und Politik“, der diesen Ansatz verfolgt, vorgestellt und evaluiert.

Im Fall des Lehramtsfachs Politik⁵ lassen sich über das Themenfeld Künstliche Intelligenz (KI) aufgrund der gesellschaftlichen Auswirkungen KI-basierter Informatiksysteme sinnvolle Berührungspunkte zwischen politischen und informatischen Kompetenzen konstruieren. Algorithmische Systeme, die in der Alltagswelt bereits an vielen Stellen gesellschaftliche Kommunikations- und Partizipationsprozesse beeinflussen, werfen für die Politikdidaktik zentrale Fragen auf, die nur auf Basis informatischer Grundkompetenzen reflektiert und diskutiert werden können: Wie wirken sich algorithmisch verstärkte Filterblasen und Echokammern auf Multiperspektivität und demokratischen Zusammenhalt

5 Das Fach wird in den Bundesländern unterschiedlich benannt, beispielsweise Gemeinschaftskunde, Recht und Wirtschaft in Sachsen. Im Folgenden findet zusammenfassend die Bezeichnung Politik Verwendung.

aus? Welche Strategien zum Umgang mit medialen Informationsangeboten werden im Kontext von Deep Fakes und Automated Journalism benötigt? Welche Auswirkungen haben Fälle von Algorithmic Bias auf Chancengleichheit und soziale Gerechtigkeit?

Ein wichtiger Aspekt der politikdidaktischen Vertiefung ist die Auseinandersetzung mit aktuellen gesellschaftlichen Herausforderungen und dem Erwerb von Handlungsstrategien, die soziale Teilhabe und demokratische Partizipation ermöglichen [Sä19]. KI nimmt als gesamtgesellschaftliche Schlüsseltechnologie systematisch Einfluss auf politische, mediale und soziale Kommunikationsprozesse, auf die Struktur der Arbeitswelt und auf das gesellschaftliche Zusammenleben als Ganzes [HK22]. Die politische Bildung in der Lehramtsausbildung steht damit vor der Aufgabe, KI aus einer gezielt fachdidaktischen Perspektive zu untersuchen, dabei die gesellschaftlichen Potenziale und Herausforderungen von KI zu diskutieren und die Erkenntnisse auf relevante Bildungsziele und -inhalte im Kontext politischer Lernprozesse zu übertragen. Dazu sollten Lehrkräfte des Faches Politik über ein Grundverständnis der Funktionsweise und des Prozesses des maschinellen Lernens (ML) als Teilgebiet von KI verfügen, um eine eigene fundierte Position zum gesellschaftlichen Umgang mit KI beziehen zu können.

Ausgehend von dieser Analyse ist in Zusammenarbeit mit der Fachdidaktik für politische Bildung an der TU Dresden ein Workshop zum Thema „KI und Politik“ entwickelt, pilotiert und überarbeitet worden, der in Veranstaltungen der fachdidaktischen Ausbildung des Staatsexamensstudiengangs Lehramt Gemeinschaftskunde integriert wurde. Die inhaltliche und didaktische Konzeption, die Materialien des Workshops sowie die aktuellen Auswertungsdaten sind im Open Science Framework veröffentlicht.⁶

2 Existierende Ansätze

ML als Teilgebiet von KI in Lehr-Lernszenarien zu integrieren, ist auf mehreren Ebenen Gegenstand informatikdidaktischer Forschung. Eine Möglichkeit der Strukturierung der Inhalte bildet die Orientierung an den Unterarten von ML (überwacht, unüberwacht, verstärkt). Diese unterscheiden sich zwar in den möglichen Anwendungsszenarien, bauen aber jeweils auf dem grundlegenden

6 Die Projektdaten sind unter der Lizenz CC-BY Attribution 4.0 International veröffentlicht. DOI 10.17605/OSF.IO/HR2ZM.

Prinzip des Trainings anhand von Beispieldaten auf [SMR20]. Die Vermittlung dieses Prinzips ist daher stellvertretend durch die Betrachtung einer Unterart möglich.

Da ML ein komplexer und hochautomatisierter Prozess ist, sind interaktive Visualisierungen und Werkzeuge zur Dekomposition dieser Informatiksysteme notwendig und somit ebenfalls Gegenstand informatikdidaktischer Betrachtung [SGB21]. In einer Untersuchung zum aktuellen Stand der verfügbaren Visualisierungen wurden drei grundlegende Ansätze (dataflow, block-based, workflow) identifiziert, bei denen jeweils unterschiedliche Aspekte von ML im Vordergrund stehen [Gr21]. Während die dataflow- und block-based-zentrierten Ansätze gut geeignet scheinen, informatische Aspekte wie die Aggregation und Strukturierung von Daten sowie die Modellierung von neuronalen Netzen zu thematisieren, werden beim workflow-zentrierten Ansatz die grundlegenden Prinzipien und Schritte bei der Arbeit mit maschinellem Lernen oft auf einer allgemeineren Ebene betrachtet, was Lernenden ohne informatische Vorkenntnisse entgegenkommen kann. Die Webapplikation TeachableMachine⁷ ermöglicht die Interaktion mit überwachtem ML über den workflow-zentrierten Ansatz. Außerdem existieren Lernmaterialien und Unterrichtsentwürfe, mit denen das Tool zur Betrachtung der technischen Grundlagen und ethischen Aspekte von ML ohne Vorkenntnisse verwendet werden kann [Ho19].

3 Didaktische Reduktion

Da bei den Lehramtsstudierenden des Faches Politik nicht von Vorkenntnissen bezüglich ML ausgegangen werden kann, ist eine zielgruppenorientierte, didaktische Reduktion des Themenkomplexes notwendig. Die Integration informatischer Ziele und Inhalte in ein politikdidaktisches Seminar setzt eine Einordnung politikdidaktischer Zielvorstellungen in den Kontext informatischer Kompetenzen voraus. Wie die Informatik selbst, ist auch die politische Bildung multiperspektivisch und interdisziplinär angelegt [Sc13, S. 229–230]. Im Fokus der politischen Bildung steht die Frage, wie junge Menschen in der Entwicklung politischer Mündigkeit unterstützt werden können. Mündigkeit meint hier die Fähigkeit, sich selbstbestimmt und eigenverantwortlich in einer Gesellschaft zu orientieren, politische Fragestellungen kompetent zu beurteilen und sich in öffentlichen Angelegenheiten zu engagieren [De04, S. 9]. Diese

7 <https://teachablemachine.withgoogle.com>, letzter Zugriff: 02.02.2023

Ziele lassen sich in einer Informationsgesellschaft, die vom stetig wachsenden Einfluss der Digitalisierung geprägt ist, ohne den Erwerb informatischer Grundkompetenzen nicht verwirklichen. Um die Entwicklung von Mündigkeit und Selbstbestimmtheit zu fördern, strebt die politische Bildung Kompetenzentwicklungen insbesondere in den folgenden drei Bereichen an: Politische Urteilsfähigkeit, politische Handlungsfähigkeit und methodische Fähigkeiten [De04, S. 13]. Reflektierte Urteile zu den gesellschaftlichen Auswirkungen von Informatiksystemen zu entwickeln oder gesellschaftliche Partizipation und selbstbestimmtes Informieren im Kontext von Digitalisierungsprozessen einzuüben setzt dabei unerlässlich immer auch grundlegende informatische Kompetenzen voraus.

Deshalb wurden für den Workshop (1) der Aufbau informatischer Kompetenzen im Kontext maschinellen Lernens als Teilgebiet von KI, (2) die Stärkung der Diskussionsfähigkeiten der Studierenden durch passende informatische Kompetenzen und (3) die Anregung der Studierenden zum Transfer auf passende Themenstellungen im Politikunterricht, als Ziele gesetzt. Die didaktische Betrachtung erfolgt nach dem Ansatz der systemorientierten Didaktik [Ma03].

3.1 Systemorientierter Ansatz

Die Lehramtsstudierenden der Fachdidaktik der politischen Bildung sollen sich in das Thema KI so einarbeiten, dass sie den Prozess der Entwicklung von KI-Systemen durch maschinelles Lernen nachvollziehen und in ersten Schritten selbst durchführen können. Dadurch soll es den Studierenden möglich werden, die Erstellung von KI-Systemen als sozialverträgliche Technikgestaltung in einem interessen geleiteten Entscheidungsprozess zu erleben. Die Erkenntnis, eine zuvor nicht durchschaubare Blackbox durch aktive Schritte selbst gestalten zu können, soll einen differenzierteren Blick auf das Thema KI bei den Studierenden erzeugen.

Dafür wird nach dem Ansatz der systemorientierten Didaktik eine Dekonstruktion eines KI-Systems vorgenommen, um so die Grundlage für eine Handlungskompetenz im Umgang mit diesem zu legen, die anschließend zur Vermittlung der Kompetenzen der politischen Bildung im eigenen Unterricht genutzt wird. Künstliche neuronale Netzwerke im Kontext von maschinellem Lernen werden als soziotechnische Informatiksysteme begriffen, die sich aus den Komponenten Hardware, Software und Interessensgruppen zusammensetzt.

Die Verzahnung von technischen und sozialen Aspekten ist dabei ein wesentliches Ziel. Die Dekonstruktion ist zwar themenabhängig nicht unbedingt für den Anfangsunterricht geeignet [Sc03], bietet aber durch die Multiperspektivität einen vielversprechenden Ansatz zur Ausbildung der Kompetenzen der politischen Bildung. Die Schwierigkeit der Konzeption besteht demnach in der Festlegung der passenden fachlichen Tiefe der zu vermittelnden Komponenten aus der Dekonstruktion. Der hier entwickelte Ansatz setzt sich aus mehreren Perspektiven zusammen (vgl. Tabelle 1), die im Folgenden näher erläutert werden.

Tab. 1: Neuronales Netz als soziotechnisches Informatiksystem

| Neuronales Netz | |
|--------------------|---|
| Hardware | Eingabegeräte, Prozessor, Ausgabegeräte |
| Software | Neuronales Netz, Trainingsdaten, Trainingsprozess/Trainingsfunktion |
| Interessensgruppen | Anwender:innen, Entwickler:innen |

3.2 Komponenten der Dekonstruktion

Um die Besonderheiten von maschinellem Lernen gegenüber klassischem Implementieren von Algorithmen korrekt einordnen zu können, werden beide Ansätze gegeneinander abgegrenzt und im Folgenden als *trainierte* bzw. *formulierte* Software und Algorithmen bezeichnet. Während bei ML das automatisierte Generieren von Algorithmen (*Training*) im Mittelpunkt des Workshops steht, wird beim klassischen Implementieren auf das Beschreiben von Handlungsanweisungen (*Formulieren*) fokussiert. ML in neuronalen Netzen wird anhand von Softwarebeispielen in einen sozialen Kontext gesetzt, indem Datenschutz bei Trainingsdaten und algorithmic bias als direkte Auswirkungen auf das gesellschaftliche Leben thematisiert werden. Die Betrachtung des Informatiksystems aus der Perspektive Hardware erfolgt durch eine Reduzierung auf das EVA-Prinzip (Eingabe, Verarbeitung, Ausgabe).

Aus der Perspektive Software wird die Entstehungsweise von Verarbeitungsregeln in Form von neuronalen Netzen betrachtet. Diese wird weiter zerlegt,

um die Funktionsweise der in Schichten angeordneten Neuronen verständlich zumachen. Zusätzlich wird der Trainingsprozess von der Anwendung eines neuronalen Netzes getrennt betrachtet und von den Teilnehmenden erprobt. Das Unterteilen von Informatiksystemen und Algorithmen in die Bestandteile Eingabe, Verarbeitung und Ausgabe basiert auf den Empfehlungen für Bildungsstandards der Gesellschaft für Informatik (GI) [Ge08] insbesondere im Inhaltsbereich „Informatiksysteme“. Übertragen auf die Perspektive Software werden Gemeinsamkeiten *trainierter* und *formulierter* Algorithmen herausgestellt. Der Kontext, in den das neue Wissen eingebettet wird, hilft dabei Erfahrungen und Konzepte aus dem Alltag einzuordnen. Das ist insbesondere deshalb sinnvoll, da trainierte Algorithmen etwa zur Gesichtserkennung und Segmentierung häufig in Verbindung mit klassisch programmierten Anwendungen wie Instagram auftreten.

Durch die Einordnung von KI als disruptive Technologie kann schnell der Eindruck entstehen, *trainierte* und *formulierte* Software, wären grundverschieden, obwohl es viele verbindende Aspekte gibt. Um an klassisch programmierte Software aus der Alltagserfahrung anknüpfen zu können, wird die Formulierung eindeutiger Verarbeitungsregeln betrachtet. Diese Regeln werden ohne eine Syntax in natürlicher Sprache vorgestellt, um den Einstieg zu erleichtern. Den Teilnehmenden werden die Schwierigkeiten bei der Entwicklung von generalisierten Lösungsverfahren demonstriert. So soll ein Verständnis dafür erlangt werden, dass dieses Vorgehen besonders dann an seine Grenzen stößt, wenn eine Lösungsstrategie im Allgemeinen auf menschlicher Intuition beruht. Dabei soll die Fehlvorstellung vermieden werden, dass diese Schwierigkeiten sich auf die Ausführung der Verarbeitungsregeln beziehen. Stattdessen wird herausgestellt, dass die Grenzen von *formulierten* Algorithmen in dem Entwurf dieser Regeln liegen.

Da künstliche neuronale Netze ein implementiertes Modell sind, werden diese hier als Softwarekomponente der Dekonstruktion des Informatiksystems eingeordnet. Die üblicherweise in Schichten angeordneten Neuronen entscheiden aufgrund ihrer Verknüpfungen, ob ein Signal weitergeben wird. Dieses Verhalten kann für jedes Neuron angepasst werden. Der Vorteil dieser Struktur liegt in der automatisierbaren Manipulation des Verhaltens der Neuronen, womit der Übergang zum Trainingsprozess gegeben ist. Der Trainingsprozess tritt an die Stelle der klassischen Programmierung und ermöglicht es, Algorithmen mit Hilfe von Trainingsdaten zu finden, statt sie manuell zu formulieren. Dieser Prozess wird auf die drei Komponenten Trainingsdaten, neuronales Netz und

Trainingsfunktion reduziert (siehe Abb. 1). Die Trainingsdaten sind dabei Beispieldaten, für die das Problem bereits gelöst ist, wie die korrekte Erkennung eines Bildes. Um komplexe Vorgänge wie Backpropagation zur Identifizierung der anzupassenden Neuronen nicht im Seminar thematisieren zu müssen, wird die Trainingsfunktion als Blackbox-Komponente in den Trainingsprozess eingeführt.

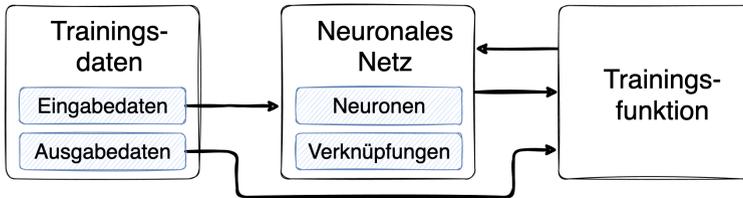


Abb. 1: Bestandteile des Trainingsprozesses

Der Trainingsprozess beginnt mit einem untrainierten Netz, in dem die Verknüpfungen und Neuronen mit meist zufälligen Startwerten angeordnet werden. Anschließend werden Trainingsdaten als Eingabedaten verwendet, um eine Ausgabe zu erzeugen. Die Trainingsfunktion vergleicht anschließend die Ausgabe des Netzes mit den Trainingsdaten und passt das Verhalten der Neuronen und Verknüpfungen im neuronalen Netz an. Anschließend wird der Vorgang mit weiteren Trainingsdaten wiederholt und das Verhalten der Neuronen wiederum angepasst, wodurch sich die Ausgabe des Netzes iterativ den Vorgaben der Trainingsdaten annähert. Anschließend wird das Training beendet. Die Verknüpfungen und das Verhalten der einzelnen Neuronen werden ab jetzt nicht mehr geändert. Stattdessen kann das trainierte neuronale Netz verwendet werden, um das Problem für neue Eingabedaten zu lösen. Das neuronale Netz repräsentiert nun einen Algorithmus, der durch diesen Prozess gefunden wurde. Im Workshop wird ein Algorithmus als *biased* bezeichnet, wenn er für bestimmte Eingabedaten von einem neutralen Verhalten abweicht, oder bestimmte Ausgabedaten überproportional produziert. Wann *Algorithmic Bias* vorliegt und was ein erwünschtes neutrales Verhalten des Systems wäre, sind spannende kontextabhängige Fragestellungen für eine gesellschaftlich politische Diskussion. *Algorithmic bias* ist meist unintendiert und kann verschiedene Ursachen haben. Der Workshop behandelt den *training data bias* (vgl. [DL17]).

4 Erster Workshop und Pilotierung

Die Pilotierung erfolgte eingebettet in die politikdidaktische Veranstaltung „Aktuelle Tendenzen“. Die Veranstaltung richtet sich an Studierende im 9. Semester und dient sowohl zur Wiederholung von politikdidaktischen Inhalten vor dem Abschluss des Studiums, als auch der Thematisierung aktueller Entwicklung der Politikdidaktik. Der Workshop wurde als eine Seminareinheit zu letzterem Aspekt durchgeführt.

Das Workshopkonzept soll es den Teilnehmenden ermöglichen, im Unterricht Bezug auf das Thema KI und ML-Algorithmen zu nehmen. Die Vermittlung der ML-Grundprinzipien profitiert besonders von der Behandlung der Arbeitsschritte des Datenlabelings, sowie der Evaluation und Anwendung des trainierten Modells [Hi19]. Da in politischen Diskussionen oft die Frage diskutiert wird, welche Arten von Algorithmen bestimmte Aufgaben übernehmen sollten, werden Chancen und Risiken von *formulierten* und *maschinell trainierten* Algorithmen gegenübergestellt.

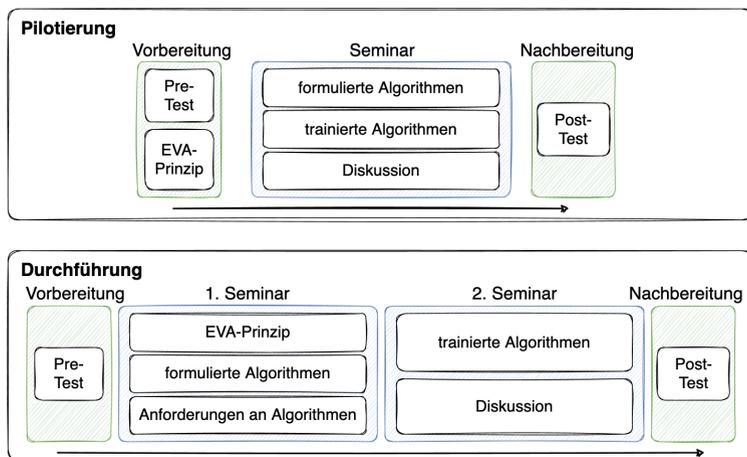


Abb. 2: Ablauf des Workshops während der Pilotierung und der Durchführung

Die Inhalte der Selbstlernphase in der Vorbereitung werden zu Beginn des Workshops in Form einer Live-Umfrage mit anschließender Diskussion aufgegriffen. Dies dient der kurzen Wiederholung der Inhalte aus der Vorbereitungsphase und um auf Verständnisprobleme direkt einzugehen und diese auszuräumen. Als zweite Komponente werden die Grundlagen von programmierten

Algorithmen erarbeitet. Die Teilnehmenden werden in Dreiergruppen eingeteilt und erhalten die Aufgabe, in eigenen Videokonferenzräumen für verschiedene grafische Formen eindeutige Handlungsanweisungen zu formulieren, um diese zu zeichnen. Sind die Handlungsanweisungen formuliert, wird die Gruppenarbeit beendet. Die formulierten Anweisungen werden im nächsten Schritt mit den anderen Gruppen über ein virtuelles Whiteboard ausprobiert. Dazu führt jeweils eine Gruppe die Anweisungen der anderen Gruppe aus. Gemeinsam wird anschließend die ursprüngliche Form mit der gezeichneten verglichen (siehe Abb. 3). Das Ziel dieser Aufgabe ist es, zu vermitteln, wie schwer es ist, eindeutige Regeln für eine automatisierte Ausführung zu formulieren.

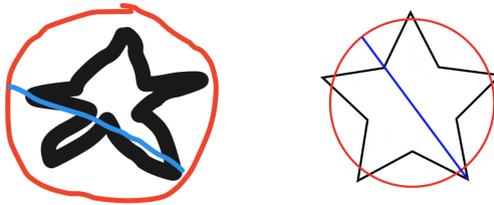


Abb. 3: links: Form die nach Anweisungen von den Teilnehmenden gezeichnet wurde, rechts: vorgegebene Form

Am Beispiel von Ziffernerkennung in Bildern werden die Grenzen von *formulierten* Algorithmen thematisiert, indem zunächst über Lösungsstrategien zur Klassifizierung gesprochen wird. Anschließend wird das Problem auf handschriftliche Ziffern erweitert, damit deutlich wird, dass ein *formulierter* Ansatz viele verschachtelte Ausnahmen vorsehen müsste, um die Aufgabe zu lösen. Im Gegensatz dazu wird der Trainingsprozess eines neuronalen Netzes durch maschinelles Lernen Schritt für Schritt nachvollzogen und als alternative Lösung für diese Problemklasse vorgestellt. Begriffe wie Neuronen und Trainingsdaten werden jeweils an den Stellen erklärt, an denen sie zum ersten Mal auftreten.

Für die praktische Demonstration des Trainingsprozesses wird das webbasierte Tool Teachable Machine⁸ verwendet. Dieses wurde aufgrund der intuitiven Benutzung und des visuellen Ansatzes, der Assoziationen zu alltagsbezogenen Einsatzszenarien von neuronalen Netzen ermöglicht ausgewählt, um dadurch einen Transfer in den Politikunterricht zu vereinfachen. Der berechtigten Kritik der fehlenden ganzheitlichen Betrachtung des Deep Learning Workflows bei Teachable Machine [SGB21] trägt das Workshopkonzept Rech-

8 <https://teachablemachine.withgoogle.com>, letzter Zugriff: 02.02.2023

nung: Erstens muss das Tool aufgrund der Integration in den Workshop das Tool keinen vollständigen Prozess abbilden, da die fehlenden Prozessschritte durch andere Workshopelemente abgebildet werden können. Zweitens ist eine vollständige, aber rein technische Betrachtung des Prozesses aufgrund der Zielgruppe und der Zielsetzung nicht zielführend. Das Tool Teachable Machine macht wesentliche Bestandteile eines neuronalen Netzwerks in einer reduzierten Oberfläche zugänglich und manipulierbar. In der Anwendung des Tools werden die Teilnehmenden mit dem User Interface und den grundlegenden Funktionen der Webanwendung vertraut gemacht. Nach dieser Einführung beginnt das selbstständige Trainieren eines neuronalen Netzes zur Erkennung von Handgesten (vgl. Abb. 4). Die Aufgabe ist so strukturiert, dass ein *algorithmic bias* zunächst sehr wahrscheinlich ist. Dies wird erreicht, indem mit einem vorgegebenen Trainingsset die Posen „Daumen-hoch“ und „OK“ besser vertreten sind als die Pose „Peace“. Erst durch eine Erweiterung der Trainingsdaten, beispielsweise durch das Hinzufügen weiterer Peace-Posen über die Webcam, wird eine falsche Klassifizierung vermieden.



Abb. 4: Beispieldaten der Handgestenerkennung

Da die Teilnehmenden ihre Netze untereinander austauschen sollen, muss ein markantes Feature im Mittelpunkt der Webcambilder stehen, um die Erkennung zu erleichtern. Die Aufgabe mit den Handgesten erfüllt diese Anforderung. In der Nachbesprechung der Aufgabe werden beobachtete Probleme auf das Beispiel der Filterung von Bildern in sozialen Netzwerken übertragen. Dadurch wird das System der Bildklassifikation aus den Perspektiven der Interessensgruppen der Entwickler:innen und Anwender:innen betrachtet. Den Abschluss des Workshops bildet eine offene Diskussion aller Teilnehmenden untereinander. Eingeleitet wird die Diskussion mit der Fragestellung der Alltagsrelevanz von KI und geht dann über zu der zu diskutierenden Kernfragestellung, welche Rolle das Thema im Politikunterricht einnehmen sollte. Im Anschluss an den Workshop wurden die Teilnehmenden gebeten, an einer Nachbefragung teilzunehmen. Diese Phase dient der Evaluation.

5 Forschungsdesign

In einem Pre-Post-Test wurden 10 Items zur Selbsteinschätzung der Vermittlungskompetenz (SVK) in Bezug auf die informatischen Kompetenzen im Kontext maschinellen Lernens als Teilgebiet von KI formuliert (vgl. Tabelle 2). Da letztendlich eine Integration in den Unterricht angestrebt wird, sollen die Items Aussagen darüber ermöglichen, ob bei den Teilnehmenden nach dem Workshop eine Änderung der Selbstwahrnehmung stattgefunden hat. Die Items bestehen aus Aussagen zum Erklären von informatischen Grundlagen des Themengebietes KI, die über eine 4-stufige Likert-Skala mit Zustimmung oder Ablehnung bewertet werden können. Die erste Pilotierung des Workshops dient dazu, die Items statistisch auf Konsistenz zu prüfen und eventuelle Verständnisschwierigkeiten aufzulösen. Die Skala ist so kodiert, dass die stärkste Zustimmung den Skalenwert 4 zugewiesen bekommt und die stärkste Ablehnung den Skalenwert 1. Die Differenz liegt demnach zwischen $-3,00$ (Verringerung der SVK) und $+3,00$ (Erhöhung der SVK). Die intendierte Richtung ist also eine Zunahme der SVK, die einer Erhöhung des Skalenwertes entspricht.

In der abschließenden Diskussion des Workshops sollen die Teilnehmenden informatische Kompetenzen bei der Beurteilung der gesellschaftlichen Auswirkungen von Informationssystemen mit KI heranziehen. Damit soll ein Transfer auf Themenstellungen im Politikunterricht nachvollziehbar werden, der sich zum Beispiel durch neue, im Workshop nicht behandelte Themen zeigen kann. Die Gruppendiskussion wird mit dem Einverständnis der Teilnehmenden während der Durchführung aufgezeichnet und anschließend transkribiert. In der Diskussion wird die Anwendung der erlernten informatischen Inhalte als Argumente in der Gruppendiskussion im Kontext der politischen Bildung evaluiert. In der Diskussion wird analysiert, ob die Teilnehmenden 1) Beispiele korrekt nennen, an denen bereits heute schon KI eingesetzt wird, 2) fachlich nachvollziehbar begründen, weshalb das Thema KI für das Ziel der politischen Urteilsfähigkeit relevant ist und 3) erläutern, welche informatischen Aspekte des Themas KI im Politikunterricht relevant sind. Die letzten beiden Fragestellungen der Diskussion werden in ein Szenario zur Bearbeitung des Lehrplans im Fach Politik eingebettet. Die konkreten Fragestellungen für die Diskussion lauten:

- Nenne Szenarien, in denen bereits heute KI eingesetzt wird oder Anwendungen, bei denen du dir in Zukunft einen Einsatz von KI vorstellen kannst.

Tab. 2: Itemformulierungen der SVK

| Nr. | Itemformulierung |
|-----|---|
| 1 | Ich traue mir zu, zum Beispiel anhand eines digitalen Fotos zu erklären, was der Unterschied zwischen Daten und Informationen ist. |
| 2 | Ich traue mir zu, alltagssprachlich zu erläutern, wie Daten automatisiert eingelesen, verarbeitet und ausgegeben werden. |
| 3 | Ich traue mir zu, die Vor- und Nachteile in der Entstehung von Verarbeitungsregeln (für Informatiksysteme) mittels Programmierung durch Menschen und Training neuronaler Netze zu erklären. |
| 4 | Ich traue mir zu, alltagssprachlich zu erläutern, warum für die Formulierung eines Algorithmus die Zerlegung eines Problems in einzelne und ausführbare Schritte notwendig ist. |
| 5 | Ich traue mir zu, alltagssprachlich zu erläutern, welche Komponenten und Arbeitsschritte notwendig sind, um ein neuronales Netz aufzubauen. |
| 6 | Ich traue mir zu, zu erkennen, ob ein spezifisches Problem besser mit einem neuronalen Netz oder mit einem programmierten Algorithmus gelöst werden könnte. |
| 7 | Ich traue mir zu, die Bestandteile eines Informatiksystems den Kategorien Eingabe, Verarbeitung und Ausgabe zuzuordnen. |
| 8 | Ich traue mir zu, gesellschaftliche Vor- und Nachteile zu diskutieren, die sich aus der Lösung von Problemen mittels neuronaler Netze oder programmierter Algorithmen ergeben. |
| 9 | Ich traue mir zu, eine andere Person zu überzeugen, dass eine KI nicht unbeherrschbar ist, sondern wie jedes Informatiksystem nach Regeln funktioniert, die vorhersagbar sind. |
| 10 | Ich traue mir zu, das Thema „Chancen und Gefahren von KI für die Gesellschaft“ mit Schülerinnen und Schülern zu diskutieren. |

- Warum ist das Thema KI für das Ziel der politischen Urteilsfähigkeit relevant?
- Welche Aspekte sollten in den Unterricht integriert werden?

Für die zweite Durchführung wurde ein komplexeres Anwendungsbeispiel in den Mittelpunkt der Diskussion gestellt. Dieser Ansatz bildet mögliche Situationen im Politikunterricht ab, da hier KI vornehmlich im Kontext von konkreten

Beispielen und nicht auf der abstrakten Ebene der Pilotierung diskutiert wird. Gleichzeitig ist dadurch aber eine geleitete Diskussion erschwert.

6 Auswertung der Pilotierung

Die Pilotierung fand am 18.01.2021 mit acht Teilnehmenden statt. Der Workshop bestand neben der Vor- und Nachbereitung aus einem Termin im Umfang von 90 Minuten. Die Evaluation der Skala SVK ergab eine exzellente Skalenreliabilität (Cronbachs Alpha: 0,958). In der Gruppendiskussion wurden Verkehrsleitsysteme, autonomes Fahren und der Einsatz im Gesundheitswesen beispielsweise bei der Unterstützung von Diagnostik als aktuelle und zukünftige Einsatzgebiete von KI genannt. Keines der von den Teilnehmenden genannten Einsatzgebiete wurde im Workshop als Beispiel präsentiert. Die Relevanz für den Politikunterricht wurde nicht durch informatische Argumente belegt, sondern mit Beispielen für Schnittmengen von informatischer und politischer Bildung im Kontext KI, wodurch sich diese nicht vom dritten Teil der Diskussion (Aspekte, die sich für eine Integration in den Politikunterricht eignen) trennen lässt. Genannte Aspekte waren Deep Fakes und Fake News, Filterblasen in sozialen Netzwerken und Social-Creditsysteme. Allerdings wurde dabei noch nicht auf die informatischen Grundlagen Bezug genommen. Die Transkription der Diskussion ist den Erhebungsdaten³ beigefügt. Während der Durchführung wurde deutlich, dass eine zufriedenstellende Behandlung des Themas in 90 Minuten nicht möglich ist. Eine Erweiterung auf zwei Termine erscheint sinnvoll, um den Teilnehmenden mehr Zeit für die praktische Anwendung von informatischen Grundlagen aus der gesellschaftlichen Perspektive zu ermöglichen.

7 Anpassungen am Workshopkonzept

Die Durchführung erfolgte im Seminar „The Future Is Now: Politische Bildung und Künstliche Intelligenz“, welches im Sommersemester 2021 an der TU Dresden durchgeführt wurde und als Wahlpflichtveranstaltung im Rahmen der fachdidaktischen Vertiefung im Lehramtsstudium des Fachs Gemeinschaftskunde, Rechtserziehung und Wirtschaft belegt werden kann. Das Seminar startete mit etwa 20 Studierenden aus dem 6. und 8. Fachsemester. Folgende Fragen

standen als Kernziele im Mittelpunkt der Lehrveranstaltung: Was ist Künstliche Intelligenz? Wie verändert sie unser gesellschaftliches Zusammenleben? Was bedeutet es für die politische Bildung, wenn es nicht mehr nur Menschen sind, sondern auch Algorithmen, die Entscheidungen mit politischer und sozialer Tragweite treffen? Wie können und müssen vor diesem Hintergrund (politische) Bildungsprozesse gestaltet werden?

Als Konsequenz aus der Pilotierung wurde diese Durchführung auf zwei Termine ausgelegt und somit für die einzelnen Phasen des Workshops mehr Zeit verfügbar. Dies äußerte sich darin, dass in der Vorbereitungsphase lediglich für die Vorbefragung geworben und der KI-Begriff geklärt wurde. Damit dient die Vorbereitungsphase nun vor allem der Motivation und weniger der Inhaltsvermittlung. Die Aspekte zum Aufbau von Informatiksystemen und Algorithmen werden stattdessen in den ersten Workshoptermin integriert und so enger mit den folgenden Inhalten verknüpfbar. Außerdem wird die Rolle von verschiedenen Interessensgruppen bei der Anforderungsanalyse im Softwareentwicklungsprozess thematisiert und somit eine erste Brücke hin zu einer politikdidaktischen Diskussion gebaut. Der restliche erste Workshoptermin beschäftigt sich dann mit den Grundlagen von klassisch formulierten Algorithmen unter Verwendung der selben Materialien und Methoden wie in der Pilotierung.

Im zweiten Termin wird wie in der Pilotierung zunächst der Trainingsprozess erarbeitet und dieser anschließend selbst erprobt. Eine Gegenüberstellung von formulierten und trainierten Algorithmen erfolgt ebenso wie im ursprünglichen Workshop, um letztendlich auch auf Fehlverhalten von Algorithmen einzugehen. Allerdings lässt sich nun auf die Anforderungsanalyse unter Betrachtung verschiedener Interessengruppen zurückgreifen und so differenzierter über das Erreichen und Verfehlen von Zielen sprechen, da sich die Zielperspektive für verschiedene Stakeholder, zum Beispiel bei Betreiber:innen und Nutzer:innen von Social-Media-Plattformen, stark unterscheiden kann, was wiederum Folgen für die Definition des Fehlverhaltens von Algorithmen haben kann. Der zweite Termin schließt wie im ursprünglichen Workshopkonzept mit einer Diskussion ab. In deren Mittelpunkt steht nun jedoch nicht mehr die abstrakte Frage nach der generellen Bedeutung von informatischen Grundlagen und dem Thema KI für den Politikunterricht, sondern ein praktisches Szenario, welches im Politikunterricht auftauchen könnte. Das Szenario beschäftigt sich mit einem Algorithmus der Plattform Twitter, der bei Bildern automatisch einen Bildausschnitt auswählt, der als Vorschau im Twitter-Feed eingebettet wird. Dieser Algorithmus bevorzugte zum Zeitpunkt der Seminare durchführung weiße

männliche Gesichter bei der Auswahl des Ausschnitts. Durch den Einsatz als Vorschau hatte dieses Verhalten einen Einfluss auf die Sichtbarkeit von Frauen und People of Color auf der Plattform. Dieses Szenario soll in der Diskussion analysiert und beurteilt werden.

8 Ergebnisse

Der Pre-Post-Test zeigte auch in der zweiten Durchführung erneut eine exzellente Skalenkonsistenz (Cronbachs Alpha: 0,915). Die diesbezüglich angewandten Skalen sind aufgrund ihrer Konzeption ordinalskaliert. Demnach wurde zur Untersuchung von Veränderungen auf den untersuchten Skalen vor und nach dem Treatment der nicht-parametrische Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test für verbundene Stichproben angewandt. Die Fragebögen wurden digital von den Teilnehmenden ausgefüllt und im Anschluss an den Workshop mit der Statistiksoftware SPSS 28 analysiert.

Der Median im Pre-Test beträgt 2,05 (Spannweite = 1,78) und im Post-Test 2,70 (Spannweite = 2,06). Der Wilcoxon-Test ergab 12 positive und einen negativen Rang (siehe Abbildung 5). Nach den Ergebnissen des zweiseitigen Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests bei verbundenen Stichproben wird die Nullhypothese abgelehnt. Die SVK ist in intendierter Richtung im Skalenwert nach dem Kurs höchst signifikant höher als vor dem Kurs; $Z = -3,08$; $p < 0,002$; $r = 0,85$. Die Effektstärke ist nach Cohens Kriterium als großer Effekt zu bezeichnen.

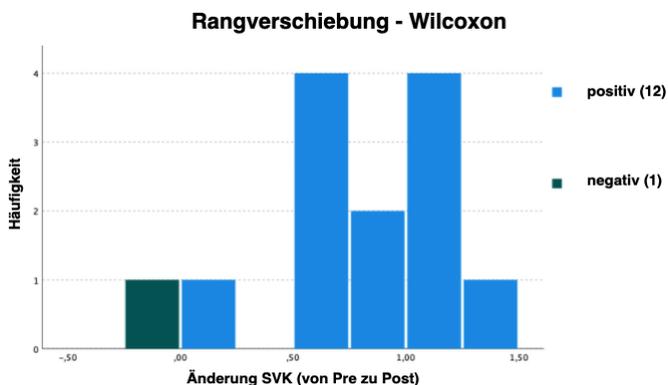


Abb. 5: Verschiebung der SVK in der 2. Durchführung (Ränge nach Wilcoxon)

Bereits im Workshop zeigte sich im Rahmen der Arbeitsphase der zweiten Seminareinheit, dass die Teilnehmenden die Fähigkeit besitzen, Beispiele korrekt den Kategorien der formulierten (klassischen) und trainierten (ML) Algorithmen zuzuordnen. Bei dieser Aufgabe sollte eine Zuordnung von Beispielen durch das Platzieren von Emojis in einer Tabelle erfolgen (vgl. Abb. 6). Diese Aufgabe wurde von einer überwiegenden Mehrheit der Teilnehmenden korrekt gelöst.

| Feature | programmiert | trainiert |
|--|---|---|
| aktuelle Stories laden |  | |
| Werbung zwischen Stories platzieren | |  |
| Kamerabild in der App öffnen |  |  |
| Gesicht identifizieren und Filter anwenden | |  |
| Bild hochladen und posten |  | |

Abb. 6: Ergebnisse der Zuordnungsaufgabe zum Einsatz von KI im Alltag

In der Diskussion ergab sich nicht die Möglichkeit zur Beobachtung dieser Fähigkeit. Jedoch ließen sich neben einem Transfer von informatischen Grundlagen auf das konkrete Beispiel auch Fehlvorstellungen beobachten. So wurde die Bevorzugung von weißen männlichen Personen korrekt mit einer möglichen Verzerrung der Trainingsdaten begründet. Den Grund hierfür vermuteten die Teilnehmenden in einer Überrepräsentation dieser Bevölkerungsgruppe in den sozialen Medien. Gleichzeitig wurde aber auch festgestellt, dass der Black-Box-Charakter von maschinellem Lernen eine definitive Identifikation der genauen Ursache erschwert. Als Fehlvorstellung wurde die Auffassung identifiziert, dass KI-Systeme beim Lernen ein semantisches Verständnis für Bildinhalte entwickeln, um Menschen, Tiere und deren Beziehungen zueinander zu erkennen. Die Diskussion endete mit einer Argumentation zur Relevanz der technischen Grundlagen für die politikdidaktische Perspektive. Dabei wurde argumentiert, dass Politik einerseits nicht für die Umsetzung von Lösungen verantwortlich ist, andererseits aber Vorgaben ohne eine Vorstellung von Handlungsoptionen und Lösungsstrategien keinen Erfolg haben können.

9 Fazit

Ziele des Workshops sind 1) der Aufbau informatischer Kompetenz im Kontext KI, 2) die Stärkung der Diskussionsfähigkeit der Studierenden durch passende informatische Kompetenzen und 3) die Anregung der Studierenden zum Transfer auf passende Themenstellungen im Politikunterricht. Die Ziele 1) und 2) konnten mit dem Workshopkonzept umgesetzt werden. Darauf weisen sowohl die Steigerung der SVK und die Ergebnisse der Arbeitsphasen als auch die Analyse der Diskussion hin. Die Pilotierung wie auch die Durchführung zeigten, dass KI-Systeme im Alltag und in politischen Themen identifiziert werden können. Dennoch ist unklar, ob Punkte wie Social-Credit-Systeme als Anwendung für KI-Systeme zur Bewältigung großer ungeordneter Datenmengen erkannt oder lediglich als bekannte Begriffe aus der Schnittmenge Politik und Digitalisierung genannt werden. Abgesehen von Deep Fakes, die im Selbstlernteil erwähnt wurden, waren keine der in der Diskussion der Pilotierung genannten Beispiele bereits im Workshop enthalten. Für alle diese Beispiele lässt sich auch eine mittel- bis langfristige gesellschaftliche Relevanz feststellen, wie sie in den Kompetenzen zur politischen Urteilsfähigkeit von der Gesellschaft für Politikdidaktik und politische Jugend- und Erwachsenenbildung in [De04] gefordert wird. Während der Diskussion der Durchführungen konnte die Anwendung der informatischen Perspektive auf gesellschaftliche Problemstellungen beobachtet werden.

Das Ziel 3) konnte im Rahmen des Workshops aufgrund der Verortung in der Hochschulbildung nicht evaluiert werden. Weitere Forschung sollte daher an Lehr-Lernszenarien, die einen stärkeren Praxisbezug aufweisen, ansetzen.

Literaturverzeichnis

- [Ba21] Baberowski, D.; Leonhardt, T.; Damnik, G.; Rentsch, S.; Bergner, N.: Aufbau informatischer Kompetenzen im Kontext KI bei Lehramtsstudierenden des Faches Politik. In (Desel, J.; Opel, S.; Siegeris, J., Hrsg.): 9. Fachtagung Hochschuldidaktik Informatik (HDI) 2021. FernUniversität in Hagen, Hagen, 2021, ISBN: 978-3-00-070267-9.
- [De04] Detjen, J.; Kuhn, H.-W.; Massing, P.; Richter, D.; Sander, W.; Weißeno, G., Hrsg.: Nationale Bildungsstandards für den Fachunterricht in der Politischen Bildung an Schulen: Ein Entwurf. Wochenschau-Verlag, Schwalbach/Ts, 2004, ISBN: 978-3-89974-112-4.
- [DL17] Danks, D.; London, A. J.: Algorithmic Bias in Autonomous Systems. In: Proceedings of the Twenty-Sixth International Joint Conference on Artificial Intelligence. International Joint Conferences on Artificial Intelligence Organization, Melbourne, Australia, S. 4691–4697, Aug. 2017, ISBN: 978-0-9992411-0-3.
- [Ga17] Gallenbacher, J.: Allgemeinbildung in der digitalen, gestalteten Lebenswelt. In (Diethelm, I., Hrsg.): Informatische Bildung zum Verstehen und Gestalten der digitalen Welt. Gesellschaft für Informatik, Bonn, 2017.
- [Ge08] Gesellschaft für Informatik: Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule: Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I, 2008, URL: https://dl.gi.de/bitstream/handle/20.500.12116/2345/52-GI-Empfehlung-Bildungsstandards_2008.pdf.
- [Gr21] Gresse von Wangenheim, C.; Hauck, J. C. R.; Pacheco, F. S.; Bertoneceli Bueno, M. F.: Visual tools for teaching machine learning in K-12: A ten-year systematic mapping. Education and Information Technologies 26/5, S. 5733–5778, 2021, ISSN: 1360-2357, 1573-7608.
- [Hi19] Hitron, T.; Orlev, Y.; Wald, I.; Shamir, A.; Erel, H.; Zuckerman, O.: Can Children Understand Machine Learning Concepts? The Effect of Uncovering Black Boxes. In: Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. Association for Computing

- Machinery, New York, NY, USA, S. 1–11, Mai 2019, ISBN: 978-1-4503-5970-2.
- [HK22] Hamisch, K.; Kruschel, R.: Zwischen Individualisierungsversprechen und Vermessungsgefahr – Die Rolle der Schlüsseltechnologie Künstliche Intelligenz in der inklusiven Schule. In (Schimek, B.; Kremsner, G.; Proyer, M.; Grubich, R.; Paudel, F.; Grubich-Müller, R., Hrsg.): Grenzen.Gänge.Zwischen.Welten: Kontroversen – Entwicklungen – Perspektiven der Inklusionsforschung. Verlag Julius Klinkhardt, Bad Heilbrunn, S. 108–115, 2022, ISBN: 978-3-7815-5924-0.
- [Ho19] Hofmann Payne, B.: An Ethics of Artificial Intelligence Curriculum for Middle School Students, 2019, URL: <https://docs.google.com/document/d/1e9wx9oBg7CR0s5O7YnYHVmX7H7pnITfoDxNdrSGkp60/view>, Stand: 07. 04. 2022.
- [Hu20] Humbert, L.; Best, A.; Micheuz, P.; Hellmig, L.: Informatik – Kompetenzentwicklung bei Kindern. de, Informatik Spektrum 43/2, S. 85–93, Apr. 2020, ISSN: 0170-6012, 1432-122X.
- [Ku21] Kultusministerkonferenz, Hrsg.: 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.
- [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. Gesellschaft für Informatik, Bonn, 2019.
- [Ma03] Magenheimer, J.: Informatik Lernlabor - Systemorientierte Didaktik in der Praxis. In (Hubwieser, P., Hrsg.): Informatische Fachkonzepte im Unterricht, INFOS 2003, 10. GI-Fachtagung Informatik und Schule. Gesellschaft für Informatik e.V., Bonn, S. 12–30, 2003.
- [Sä19] Sächsisches Staatsministerium für Kultus, Hrsg.: Lehrplan Gymnasium Gemeinschaftskunde Rechtserziehung/Wirtschaft, Aug. 2019, URL: www.bildung.sachsen.de/apps/lehrplandb/.
- [Sc03] Schulte, C.: Lehr- Lernprozesse im Informatik-Anfangsunterricht. Theoriegeleitete Entwicklung und Evaluation eines Unterrichtskonzepts zur Objektorientierung in der Sekundarstufe II, Diss., Paderborn: Universität Paderborn, Okt. 2003.

- [Sc13] Schattschneider, J.: Politik- Und Informatikunterricht. In (Deichmann, C.; Tischner, C. K., Hrsg.): Handbuch Fächerübergreifender Unterricht in Der Politischen Bildung. S. 225–263, 2013, ISBN: 978-3-89974-827-7.
- [SGB21] Schultze, S.; Gruenefeld, U.; Boll, S.: Demystifying Deep Learning: Developing and Evaluating a User-Centered Learning App for Beginners to Gain Practical Experience. i-com 19/3, S. 201–213, Jan. 2021, ISSN: 2196-6826, 1618-162X.
- [SMR20] Seegerer, S.; Michaeli, T.; Romeike, R.: So lernen Maschinen! LOG IN 40/1, S. 27–31, 2020, ISSN: 0720-8642.

Didaktische Konzepte

Forschendes Lernen im Bachelorseminar „Software Engineering“

Leif Bonorden¹

Abstract: Forschendes Lernen ist eine Lehr-Lernform, in der Studierende einen eigenen Forschungsprozess vollständig durchlaufen. In Informatikstudiengängen und insbesondere in Informatikbachelorstudiengängen ist die Forschungsorientierung allerdings nur gering ausgeprägt: Forschendes Lernen wird kaum eingesetzt, obwohl dies möglich und sinnvoll ist. Dieser Artikel stellt ein Konzept für ein Seminar *Software Engineering* im Bachelorstudium vor und beschreibt dessen Durchführung. Abschließend wird das Konzept diskutiert und sowohl aus Studierenden- als auch aus Lehrendensicht positiv evaluiert.

Keywords: forschendes Lernen; studentische Forschung; Seminarkonzept; Bachelorstudium; wissenschaftliches Arbeiten; wissenschaftliches Schreiben

1 Einführung

Neben der Vermittlung bekannter Kenntnisse und Methoden soll ein Studium auch zum wissenschaftlichen Arbeiten hinführen. Während Masterstudiengänge der Informatik häufig eine Forschungsorientierung aufweisen, nehmen forschende Tätigkeiten im Bachelorstudium meist nur eine untergeordnete Rolle ein.

Die Lehr-Lernform des forschenden Lernens ermöglicht es Studierenden, einen vollständigen Forschungsprozess zu durchlaufen, und ist insbesondere auch in Bachelorstudiengängen anwendbar. An der Universität Hamburg wurde ein Seminar *Software Engineering* des Bachelorstudiums in der Lehr-Lernform des Forschendes Lernens konzipiert und durchgeführt. Im Folgenden wird in das Forschende Lernen eingeführt und anschließend werden das Seminarkonzept sowie die Durchführung beschrieben und evaluiert.

¹ Universität Hamburg, MIN-Fakultät, Fachbereich Informatik, Vogt-Kölln-Str. 30, 22527 Hamburg, Deutschland, leif.bonorden@uni-hamburg.de <https://orcid.org/0000-0002-2131-7790>

2 Forschendes Lernen

2.1 Definition und Abgrenzung

Das *Forschende Lernen* ist eine Lehr-Lernform, die in ihrer heutigen Idee seit ca. 50 Jahren diskutiert wird [Bu70]. Eine moderne Definition des Begriffes stammt von Huber [Hu09]:

Forschendes Lernen zeichnet sich vor anderen Lernformen dadurch aus, dass die Lernenden den Prozess eines Forschungsvorhabens, das auf die Gewinnung von auch für Dritte interessanten Erkenntnissen gerichtet ist, in seinen wesentlichen Phasen – von der Entwicklung der Fragen und Hypothesen über die Wahl und Ausführung der Methoden bis zur Prüfung und Darstellung der Ergebnisse in selbstständiger Arbeit oder in aktiver Mitarbeit in einem übergreifenden Projekt – (mit)gestalten, erfahren und reflektieren.

Die idealtypischen Phasen eines solchen (allgemeinen) Forschungsprozesses werden von Huber und Reinmann detaillierter beschrieben [HR19]:

1. Wahrnehmen eines Ausgangsproblems oder Rahmenthemas (Hinführung)
2. Finden einer Fragestellung, Definition des Problems
3. Erarbeiten von Informationen und theoretischen Zugängen (Forschungslage)
4. Auswahl von und Erwerb von Kenntnissen über Methoden
5. Entwickeln eines Forschungsplans bzw. Untersuchungsdesigns
6. Durchführung einer forschenden Tätigkeit
7. Erarbeitung und Präsentation der Ergebnisse
8. Reflexion des gesamten Prozesses

Abzugrenzen ist das *Forschende Lernen* gegenüber anderen Lernformen [HR19; Hu09]: Im *Forschungsnahen Lernen* werden Studierende an einen Forschungsprozess herangeführt, wobei aber die Vorstellung und Diskussion der Forschung anderer im Vordergrund stehen und die Studierenden nur wenige Teile des Prozesses selbst ausführen oder simulieren. Auch *Problemorientiertes Lernen* weist einige Gemeinsamkeiten mit *Forschendem Lernen* auf, jedoch

ist hier das Problem bzw. die Fragestellung nicht selbstgewählt und es werden im Allgemeinen keine auch für Dritte interessanten Erkenntnisse angestrebt. Ein *Projektstudium* im engeren Sinne fokussiert ebenfalls ein anderes Ziel: die Entwicklung eines Produktes bzw. ein anderes konkretes Ergebnis – im Software Engineering häufig ein Softwaresystem.

2.2 Gründe und Ziele

Forschendes Lernen folgt den Grundsätzen *Bildung durch Wissenschaft* sowie *Einheit von Lehre und Forschung*, vermittelt allgemeine (und insbesondere auch berufsbezogene) Kompetenzen und ist didaktisch fundiert [Eu05; HR19; Hu09]. Huber postuliert, dass Forschendes Lernen zu einem wissenschaftlichen Studium gehört: Forschendes Lernen sei mehr als ein „didaktischer Trick“, mache Wissenschaft als sozialen Prozess erfahrbar, und eigne sich insbesondere auch für Bachelorstudiengänge [Hu04].

Lübcke und Heudorfer beschreiben Ziele Forschenden Lernens auf mehreren Abstraktionsebenen [LH19]. Als Detailziele werden insbesondere die Berücksichtigung studentischer Interessen, das Wecken von Neugier, die Anknüpfung an bestehende Forschung, der Erwerb von Methoden- und Schreibkenntnissen, sowie das Erkennen von Zusammenhängen zwischen Studieninhalten identifiziert.

2.3 Forschendes Lernen in der Informatik

In der Informatik und nahen Disziplinen scheint Forschendes Lernen wenig verbreitet zu sein – insbesondere im Bachelorstudium. Eine Ursache liegt sicherlich in der ursprünglichen Konzeption von Bachelor- und Masterstudiengängen für die Informatik im Zuge der Bologna-Reform, bei der Informatik-Bachelorstudiengänge „grundlagen- und methodenorientiert“ sein sollten, um „Grundlagen des Faches in der Breite“ zu legen; erst die Informatik-Masterstudiengänge sollten „forschungsorientiert“ gestaltet werden [Fa04]. Auch wenn schon vier Jahre später die Empfehlung folgte, „bereits die Bachelor-Studiengänge explizit als ‚stärker forschungsorientiert‘ zu konzipieren“ [Fa08], steht dies bis heute selten im Vordergrund und die Bachelorarbeit ist meist die einzige Studienleistung, bei der ein Forschungszyklus von Fragestellung bis Ergebnispräsentation durchlaufen wird.

Als stark strukturierte Disziplin sieht die Informatik zudem einen im Vergleich zu anderen Disziplinen großen Fachkanon von Grundlagenkenntnissen und -methodik für den Beginn des Studiums vor. Zusätzlich wird auch die Employability, also der Erwerb von berufsrelevanten Kenntnissen und Fähigkeiten, stark fokussiert – insbesondere für Tätigkeiten in der Softwareentwicklung.

Im Folgenden werden einige Veröffentlichungen zum Forschenden Lernen in der Informatik kurz vorgestellt – zunächst in der allgemeineren Disziplin, schließlich konkret im Software Engineering:

Das Projekt FOLASMART hat im Lehramtsstudium der Fächer Mathematik und Informatik ein Projekt für die Entwicklung von Mathematik-Lernapps konzipiert. Für die Gestaltung dieser Lernapps haben die Studierenden dabei zu didaktischen Fragestellungen geforscht [RE12].

An der Universität Bremen bietet der Masterstudiengang *Systems Engineering* eine Studienrichtung *Forschungsvertiefung* an, in der Studierende insbesondere für wissenschaftliche Tätigkeiten ausgebildet werden. Forschendes Lernen wird dabei als Ansatz für die Studiengangsgestaltung verwendet [Ba20].

Ein interdisziplinäres Seminar der Informatik und Soziologie wurde von Knoth, Lucke und Zifonun konzipiert und durchgeführt. Studierende haben sich in Tandems zunächst mit den Methoden der beiden Disziplinen auseinandergesetzt und anschließend interdisziplinäre Forschungsanträge erarbeitet [KLZ15].

Mottok et al. haben interne (Forschungs-)Konferenzen für ein Modul *Research Methods and Strategies* im Master-Schwerpunkt *Software Engineering* konzipiert. Dabei werden Einreichungen reviewt und entweder als Vortrag zugelassen oder andernfalls als Poster präsentiert [Mo12].

Als Ergänzung zu einer Vorlesung zum Thema *Softwarearchitektur* nutzt Gast Forschendes Lernen im Rahmen kleinerer Projekte. Der Fokus liegt dabei auf praxisrelevanter Forschung und Handlungskompetenz [Ga07].

An der Universität Paderborn wurde Forschendes Lernen in ein Praxisprojekt über zwei Semester integriert. Studierende haben hier den im Projekt selbst eingesetzten Softwareentwicklungsprozess beforscht [SOF18]. Zudem wurde das diskursive Auseinandersetzen als Teil der wissenschaftlichen Forschung in einem Seminar durch semantisches Positionieren integriert [JKW15].

An der Hochschule Heilbronn haben Studierende im ersten Semester des Masterstudiengangs *Software Engineering and Management* aus vorgegebenen Forschungsthemen eines ausgewählt, bearbeitet und in Form eines möglichst publizierbaren Artikels präsentiert [HH13].

3 Kontext der Lehrveranstaltung

An der Universität Hamburg liegt das Modul *Seminar* im Pflichtbereich mehrerer Informatikstudiengänge und ist für das 5. oder 6. Fachsemester vorgesehen. Die Studierenden können in jedem Semester aus 5 bis 10 verschiedenen Seminarangeboten wählen, um diese Pflicht zu erfüllen. Laut Modulbeschreibung [Fa20] umfassen die angestrebten Lernergebnisse „die Fähigkeit zur wissenschaftlichen Recherche und zur Präsentation wissenschaftlicher Erkenntnisse“, insbesondere sollen „die Studierenden bereits im Bachelor-Studiengang in Kontakt mit Forschungsfragen und Forschungsmethodik der Informatik“ kommen. Nach dem Wissen des Autors wurde bisher keine dieser Lehrveranstaltungen in Form des Forschenden Lernens angeboten.

Das Modul umfasst 3 LP nach ECTS. Dabei werden für die Präsenz- bzw. synchronen Anteile 14 Wochen mit je 2 Stunden Arbeitsaufwand berechnet. Selbststudium und Prüfungsvorbereitung umfassen zusätzliche 62 Stunden. Die Prüfungsleistung besteht aus Referat und schriftlicher Ausarbeitung. Zusätzliche Studienleistung ist die „aktive Teilnahme“.

Formale Teilnahmevoraussetzung ist der Abschluss eines Proseminars – vorgesehen für das 2. oder 3. Fachsemester –, in dem Studierende „Schlüsselqualifikationen im Bereich des selbstständigen Recherchierens, Strukturierens, Präsentierens und Moderierens“ erlangen. Zudem müssen Studierende bereits Module im Umfang von mindestens 51 LP nach ECTS abgeschlossen haben.

4 Gestaltung der Lehrveranstaltung

Ein solches Seminarangebot zum Thema „Software Engineering“ soll nun in der Lehr-Lernform des Forschenden Lernens neu gestaltet werden. Angelehnt an [So17] wird die Lehrveranstaltung zunächst in drei grundsätzliche Phasen eingeteilt: Einstieg, Forschungsphase sowie Abschluss und Nachbereitung. Der Einstieg nimmt dabei etwa die Hälfte der 14-wöchigen Vorlesungszeit ein; die Forschungsphase beginnt bereits parallel zum Einstieg.

4.1 Einstieg

Die wöchentlichen 90-minütigen Termine in der Einstiegsphase sind als jeweils thematisch abgeschlossene Workshops konzipiert: Nach einem kurzen lehrendengeleiteten Auftakt erfolgt die Bearbeitung und Diskussion des jeweiligen Themas durch die Studierenden. Die angeleiteten studentischen Aktivitäten beschränken sich – mit einer Ausnahme – auf die Präsenz- bzw. synchronen Termine. Für ein vertiefendes Selbststudium werden Material und Anregungen zur Verfügung gestellt.

Einführung & Organisation

Im ersten Workshop werden verschiedene Sichtweisen auf Softwareentwicklung diskutiert: Softwareentwicklung als Handwerk, als Strukturwissenschaft, als Ingenieursdisziplin, als Kunst. Die Studierenden erhalten in Kleingruppen einen Text zu einer der Sichtweisen und stellen diese nach kurzer Vorbereitung im Plenum zur Diskussion. Zudem werden mögliche Themenbereiche für die Forschungsvorhaben vorgestellt und Rahmenbedingungen besprochen.

Schreibprozess

Der Forschungs- bzw. Schreibprozess als Ganzes steht im Vordergrund: von Themeneingrenzung über Strukturierung und Arbeit an konkretem Material bis hin zu Textentwürfen und -überarbeitung. Insbesondere werden Schreibtypen vorgestellt [ACL15]. Dieser Workshop findet in Kooperation mit dem Schreibzentrum der Universität statt.

Forschung

Typische Forschungsfragen des Software Engineering [Sh03], der Methodenreichtum der Disziplin [Ra20; SF18; Wi14] sowie Veröffentlichungsarten für Ergebnisse (insbesondere Konferenz, Journal, Workshop) werden diskutiert. Die Studierenden erhalten Beispielartikel, in denen sie Forschungsfragen und -methoden identifizieren und diskutieren [FMP19; LR19; Mu18; MW15; Po16; Sa19].

Literatur & Recherche

Die Studierenden erproben eine Lesemethode (SQ3R) an einem weiteren, bisher unbekanntem Beispielartikel [Ts18], der Begriffe wie „Precision“, „Recall“, und „Oracle“ enthält, die den Studierenden typischerweise unbekannt sind. Anschließend werden Bibliotheksangebote, Suchmaschinen und Datenbanken sowie Vorgehensweisen (z. B. Snowballing, Bewertung von Quellen) für die Literaturrecherche vorgestellt. Die Studierenden führen eine kurze Recherche zu ihrem Forschungsthema durch.

Schriftliche Arbeiten

Dieser Workshop ist zweigeteilt: Im ersten Teil geht es um wissenschaftlichen Schreibstil, Methoden zur Textüberarbeitung und Schreibtypen. Im zweiten Teil analysieren die Studierenden den strukturellen Aufbau der Beispielartikel und identifizieren gemeinsam eine typische Artikelstruktur für das Software Engineering. Zudem werden Zitieren und Plagiate thematisiert. Der erste Teil findet in Kooperation mit dem Schreibzentrum der Universität statt.

Vorträge & Präsentationen

Die Studierenden sehen sich in Vorbereitung auf diesen Workshop Videos von verschiedenen Vorträgen an: mehrere wissenschaftliche Vorträge, aber auch einen TED-Talk, einen Lightning Talk auf einer Entwicklerkonferenz sowie eine politische Rede. Die Studierenden diskutieren die grundsätzlichen Elemente eines guten Vortrags und grenzen wissenschaftliche Vorträge gegenüber anderen Formen ab.

Teaser & Abstracts

Mit der „five-element organization“ [Zo15] verfassen die Studierenden erste Entwürfe für einen Abstract ihrer schriftlichen Ausarbeitung. Zudem stellen Sie den aktuellen Stand ihres Forschungsvorhabens in einem 1–2-minütigen Teaser-Vortrag vor.

4.2 Forschungsphase

In den ersten Terminen der Lehrveranstaltung werden mögliche Themenbereiche für Forschungsvorhaben vorgestellt und von den Studierenden ausgewählt. Die Studierenden können weitere Themenbereiche vorschlagen.

Die Studierenden schränken ihren Themenbereich weiter ein, recherchieren geeignete Literatur und formulieren eine Fragestellung für ihr Forschungsvorhaben. Sie wählen eine geeignete Forschungsmethode und führen das Vorhaben allein oder zu zweit durch. Die Ergebnisse bereiten sie in Form eines Vortrags sowie als wissenschaftlichen Artikel im Format der *Lecture Notes in Informatics [Ge]* der Gesellschaft für Informatik auf.

Spätestens nach dem vierten Seminartermin (Thema *Literatur & Recherche*) sind die Studierenden in der Lage, zu ihrem Thema zu recherchieren, erste Kandidaten für Forschungsfragen zu formulieren und geeignete Forschungsmethoden zu diskutieren. Spätestens nach dem Thema *Schriftliche Arbeiten* können die Studierenden die schriftliche Ausarbeitung zu ihrem Thema verfassen.

Lehrendenfeedback und weitere Absprachen erfolgen auf Studierendeninitiative. Feste Zwischenpräsentationen oder andere Rückkopplungen sind nicht vorgesehen.

4.3 Abschluss und Nachbereitung

Zum Abschluss findet eine Abschlussveranstaltung mit Vorträgen und Diskussionen statt – angelehnt an die Form einer wissenschaftlichen Tagung. Diese wird als Blockveranstaltung in der vorlesungsfreien Zeit veranstaltet. Die schriftlichen Forschungsergebnisse werden in Form von Tagungsproceedings zusammengefasst.

Im Rahmen der Abschlussveranstaltung wird auch die Lehrveranstaltung selbst mithilfe eines Evaluationsfragebogens und im offenen Gespräch bewertet. Die Studierenden werden zudem aufgefordert, ihren individuellen Forschungs- und Lernprozess schriftlich zu reflektieren, insbesondere erfolgreiche und kritische Aspekte ihrer eigenen Forschung zu benennen sowie offene Fragen zu identifizieren. Auf Wunsch kann die schriftliche Reflexion eingereicht werden und erhält zusätzliches Lehrendenfeedback.

5 Durchführung der Lehrveranstaltung

Die Lehrveranstaltung wurde im Sommersemester 2020 mit 9 Studierenden sowie im Wintersemester 2020/2021 mit 20 Studierenden durchgeführt. Die Studierenden befanden sich mindestens im 4. Fachsemester, viele kurz vor Abschluss ihres Bachelorstudiums. Im Kontext der Corona-Pandemie fanden alle synchronen Termine via Zoom statt, weitere Elemente für die gemeinsame Arbeit waren in der Lernplattform Moodle eingebunden. Die Abschlussveranstaltung fand nicht als Blockveranstaltung, sondern über mehrere Wochen am Ende der Vorlesungszeit statt.

Im Sommersemester 2020 wurden 2 Themen zu zweit bearbeitet, 5 Themen allein. Die Ausarbeitung verfassten 7 Studierende in deutscher Sprache, 2 in englischer. Die Leistungen waren – bis auf eine Ausnahme – im guten bis sehr guten Bereich.

Im Wintersemester 2020/2021 wurden 7 Themen zu zweit bearbeitet, 6 Themen allein. Die Ausarbeitung verfassten 14 Studierende in deutscher Sprache, 5 in englischer; zu einem Thema erfolgte keine Abgabe. Die Leistungen waren im guten bis sehr guten Bereich.

5.1 Themenbereiche

Die vorgeschlagenen Themenbereiche kamen in beiden Semestern aus drei Bereichen:

Klassische Untersuchungen der Softwaretechnik

Themen, die seit mindestens 20 Jahren erforscht und diskutiert werden, z. B. Modularisierung von Softwaresystemen. Als Einstieg war jeweils eine klassische Veröffentlichung angegeben.

Aktuelle Forschung der Softwaretechnik

Themen, zu denen in den vergangenen zwei Jahren auf großen Konferenzen Beiträge erschienen sind, z. B. Commits in Versionskontrollsystemen. Als Einstieg war jeweils die möglichst aktuelle Veröffentlichung angegeben.

Aktuelle Themen aus der Praxis

Themen, die im *Technology Radar* [Th] des Unternehmens ThoughtWorks aufgeführt sind, z. B. Polyglot Programming. Als Einstieg war jeweils der Eintrag im Technology Radar angegeben.

5.2 Beispiele für studentische Arbeiten

Eine Studentin hat die Verwendung von Product Backlogs in Open-Source-Software untersucht. Zunächst wurden verwandte Arbeiten präsentiert und wichtige Ergebnisse zusammengefasst. Anschließend wurde in einer Studie von vier Softwareprojekten untersucht, ob Eigenschaften, die Product Backlogs in der Literatur zugeschrieben werden, auch in Open-Source-Projekten zutreffen. Während die meisten Eigenschaften – u. a. keine Design-Dokumente oder Anforderungen; informelles Modell für Kommunikation und Koordination – bestätigt werden konnten, trafen andere – insbesondere bezüglich der Priorisierung von Einträgen – nicht auf alle Projekte zu.

Zwei Studierende haben Performance-Unterschiede zwischen GraphQL- und REST-Schnittstellen in einem konkreten Setting des Frameworks *Spring Boot* untersucht. Auf Grundlage von Literatur zum Thema wurden geeignete Metriken ausgewählt und Hypothesen für die konkrete Situation aufgestellt, u. a. wurde eine geringere CPU-Zeit bei der Nutzung von GraphQL sowohl für lesende als auch für schreibende Zugriffe erwartet. In einem Experiment konnte dies für lesenden Zugriff bestätigt werden, musste aber für schreibenden Zugriff verworfen werden.

6 Evaluation

6.1 Studierendenperspektive

Im Sommersemester 2020 erfolgte die Evaluation durch Studierende nur durch ein offenes Gespräch, im Wintersemester 2020/2021 wurden sowohl das offene Gespräch als auch ein anonymer Evaluationsfragebogen eingesetzt.

Die 9 Studierenden im Sommersemester 2020 hoben besonders positiv hervor, dass sie ein Verständnis von wissenschaftlichem Arbeiten gewonnen

hätten und sich nun gut auf die Bachelorarbeit vorbereitet sähen (7 Nennungen). Zudem betonten sie den Gewinn durch die Termine in Kooperation mit dem Schreibzentrum (4 Nennungen). Die Studierenden äußerten als Verbesserungsvorschlag für zukünftige Durchführungen der Lehrveranstaltung vor allem, noch stärker auf Arbeit in Kleingruppen zu setzen (3 Nennungen).

Im Wintersemester 2020/2021 nahmen 18 Studierende am offenen Gespräch teil und hoben besonders die Kooperation mit dem Schreibzentrum (8 Nennungen), die allgemeine Form der Lehrveranstaltung (6 Nennungen), die Vorbereitung auf die Bachelorarbeit/wissenschaftliches Arbeiten (6 Nennungen) sowie die Auswahl interessanter Themen für die Seminararbeiten (5 Nennungen) positiv hervor. Dem gegenüber stand aber auch der Wunsch nach mehr Feedback, vor allem um zu aufwändige Forschungsvorhaben frühzeitig zu erkennen (3 Nennungen).

Über den anonymen Evaluationsfragebogen bewerteten 11 Studierende die Lehrveranstaltung im Wintersemester 2020/2021. Sie würdigten in den offenen Fragen erneut insbesondere die allgemeine Form der Lehrveranstaltung (9 Nennungen), die Kooperation mit dem Schreibzentrum (5 Nennungen) sowie die Themen für die Seminararbeiten (5 Nennungen). Bei den geschlossenen Fragen stimmten alle Studierenden den Aussagen „Die Organisation der Veranstaltung war sehr gut.“, „Die Auswahl der Vortragsthemen passte sehr gut zum Semarthema.“, „Das Seminar war inhaltlich sehr interessant.“ sowie „Ich habe sehr viel über Techniken des wissenschaftlichen Arbeits gelernt.“ zu. Lediglich bei der Zustimmung zur Aussage „In der Veranstaltung spielte individuelles Feedback zu den Präsentationen eine wichtige Rolle.“ waren die Antworten gleichmäßig von *stimmt genau* bis *stimmt nicht* verteilt.

In beiden Semestern merkten einige Studierende zudem einen hohen Arbeitsaufwand an. Der im Evaluationsfragebogen erfragte eigene Arbeitsaufwand überstieg jedoch bei keinem Studierenden den in der Modulbeschreibung vorgesehenen Arbeitsaufwand von durchschnittlich 5 Stunden pro Woche in der Vorlesungszeit.

6.2 Lehrendenperspektive

Aus Lehrendenperspektive wurde das Seminar ebenfalls überaus positiv bewertet. Ein initial hoher Aufwand für die Konzeption der Lehrveranstaltung ermöglichte erfreuliche, gewinnbringende Seminararbeit und gute Arbeitsergeb-

nisse. Der individuelle Betreuungsaufwand außerhalb der synchronen Termine blieb gering. Ein direkter Vergleich zu anderen Seminarangeboten erschien nicht sinnvoll, aber im subjektiven Eindruck erlangten die Studierenden ein besseres Verständnis der Disziplin *Software Engineering* als in der Vorgängerveranstaltung in anderer Lehr-Lernform. Insbesondere bei anschließenden Gesprächen über mögliche Bachelorarbeiten zeigten Teilnehmende des Seminars ein besseres Verständnis für Forschung, Fragestellungen und Themen des Software Engineering als Studierende, die nicht an diesem Seminar teilgenommen hatten. Alle Bachelorarbeiten der Teilnehmenden, die am gleichen Arbeitsbereich durchgeführt wurden, wurden mindestens mit *gut*, überwiegend mit *sehr gut* bewertet.

Die digitale Durchführung mit Zoom und Moodle verlief insgesamt gut. Ohne Präsenzmöglichkeit musste die Abschlussveranstaltung zur Vermeidung sehr langer Videokonferenzen über mehrere Wochen verteilt stattfinden. Dies hat sich als akzeptable Lösung herausgestellt, auch wenn die Diskussionsbeteiligung im Online-Format erwartungsgemäß gering war.

6.3 Diskussion

Im Rahmen des Seminars durchliefen die Studierenden alle in Abschnitt 2.1 genannten Phasen des Forschungsprozesses. Für die erste (Wahrnehmen eines Ausgangsproblems oder Rahmenthemas) sowie die letzte Phase (Reflexion des gesamten Prozesses) waren Vorgaben und Steuerung durch Lehrende stärker als für die übrigen Phasen. Die in Abschnitt 2.2 genannten (Detail-)Ziele des Forschenden Lernens wurden erreicht.

Das Seminarkonzept lässt sich insbesondere entlang von drei Gestaltungsfeldern analysieren [HR19; LRH19]. **Forschungscharakter:** Die studentische Forschung war disziplinär verankert und erfolgte unabhängig von Forschungsaktivitäten der Lehrenden und der Institution. Die Ergebnisse wurden primär intern präsentiert und diskutiert. **Autonomie:** Die Studierenden wählten Forschungsthema und Forschungsmethode innerhalb eines Rahmens selbst und wurden bei Planung und Durchführung nur bedarfsorientiert begleitet. **Soziale Eingebundenheit:** Die Studierenden führten ihre Forschungsprojekte allein oder zu zweit durch. Feedback der Lehrenden konnte selbstständig bei Bedarf eingeholt werden, eine abschließende Reflexion wurde angeleitet.

Die Gestaltung hinsichtlich des Forschungscharakters – Verzicht auf Interdisziplinarität, Unabhängigkeit von Forschung anderer, Fokus auf interne Ergebnisvorstellung – schien für die Situation der Studierenden im Bachelorstudium hilfreich zu sein. Die umfangreiche Einstiegsphase ermöglichte den Studierenden einen guten Umgang mit der weitgehenden Autonomie. In Hinsicht auf die soziale Eingebundenheit konnten die Studierenden nicht immer mit den Selbstorganisationserfordernissen umgehen; angeleitete Feedback- und Austauschprozesse könnten für diese Lehrveranstaltung daher besser geeignet sein.

Bezüglich der inhaltlichen Gestaltung könnte in zukünftigen Durchführungen das relativ neue *Who-What-How framework* [St20] die bisherigen Materialien zu Forschungsmethoden ergänzen oder ersetzen, da es einen einsteigerfreundlicheren Zugang bietet. Auch die Auswahl von Beispielartikeln sollte entsprechend angepasst werden: Die bisherige Auswahl wurde primär so getroffen, dass möglichst verschiedene interessante Themen behandelt werden, allerdings sind nicht genügend verschiedene Forschungsmethoden vertreten.

Insgesamt hat die Evaluation der Lehrveranstaltung gezeigt, dass die Lehr-Lernform des Forschenden Lernens in der Informatik bereits im Bachelorstudium gut eingesetzt werden kann und insbesondere auch aus Sicht der Studierenden positiv bewertet wird.

7 Zusammenfassung und Ausblick

Ein Seminar *Software Engineering* im Bachelorstudium wurde in der Lehr-Lernform des Forschenden Lernens konzipiert und zweimal durchgeführt. Dabei wurde der Einstiegsphase die Hälfte der Vorlesungszeit zugesprochen, wöchentliche Termine wurden als thematisch abgeschlossene Workshops gestaltet und das Schreibzentrum der Universität wurde eingebunden. Auswahl und Bearbeitung der Seminarthemen erfolgten weitgehend autonom durch die Studierenden.

Sowohl aus Sicht der Studierenden als auch aus Lehrendenperspektive war das Seminar erfolgreich und wurde positiv evaluiert. Auch bei unterschiedlichen Vorkenntnissen konnten geeignete Grundlagen für eigene Forschungstätigkeit – insbesondere eine Abschlussarbeit – geschaffen werden. Die Studierenden konnten auch im Bachelorstudium gut mit der Autonomie umgehen.

Aus der Evaluation ergeben sich zudem direkte Anpassungsoptionen für zukünftige Durchführungen, insbesondere eine stärkere Unterstützung von

Studierenden bei der Abschätzung des nötigen Aufwandes für ihr Forschungsvorhaben. Auch sollten weitere Feedback- und Austauschprozesse zwischen Peers oder mit Lehrenden angeleitet werden.

Literaturverzeichnis

- [ACL15] Arnold, S.; Chirico, R.; Liebscher, D.: Goldgräber oder Eichhörnchen – welcher Schreibertyp sind Sie? *Journal der Schreibberatung* 4/, S. 82–97, 2015.
- [Ba20] Bačić, I.; Rodenhauser, A.; Kuhfuss, B.; Colombi Ciacchi, L.: Forschendes Lernen im Masterstudiengang Systems Engineering – Bausteine erhalten, Bausteine zusammensetzen, Ergebnisse reflektieren. In (Hoffmeister, T.; Koch, H.; Tresp, P., Hrsg.): *Forschendes Lernen als Studiengangprofil: Zum Lehrprofil einer Universität*. Springer VS, Wiesbaden, S. 285–300, 2020.
- [Bu70] Bundesassistentenkonferenz, Hrsg.: *Forschendes Lernen – Wissenschaftliches Prüfen: Ergebnisse des Ausschusses für Hochschuldidaktik*. Bonn, 1970.
- [Eu05] Euler, D.: Forschendes Lernen. In (Spoun, S.; Wunderlich, W., Hrsg.): *Studienziel Persönlichkeit: Beiträge zum Bildungsauftrag der Universität heute*. Campus, Frankfurt a. M., S. 253–271, 2005.
- [Fa04] Fakultätentag Informatik, Hrsg.: *Empfehlungen zur Einrichtung von konsekutiven Bachelor- und Masterstudiengängen in Informatik an Universitäten*, Cottbus, 2004.
- [Fa08] Fakultätentage der Ingenieurwissenschaften und der Informatik an Universitäten, Hrsg.: *Qualifikationsrahmen für Absolventen „stärker forschungsorientierter“ Studiengänge und Promovierte in den Ingenieurwissenschaften und der Informatik*, 2008.
- [Fa20] Fachbereich Informatik, Universität Hamburg: *InfB-Sem – Seminar*, 2020, URL: <https://www.inf.uni-hamburg.de/studies/orga/mhb/mhb-2020-stand2020.pdf>, Stand: 25. 01. 2023.

- [FMP19] Fleck, G.; Moser, M.; Pichler, J.: Improving Quality of Data Exchange Files: An Industrial Case Study. In (Franch, X.; Männistö, T.; Martínez-Fernández, S., eds.): *Product-Focused Software Process Improvement (PROFES 2019)*. Lecture Notes in Computer Science, Springer International Publishing, Cham, pp. 161–175, 2019.
- [Ga07] Gast, H.: Forschendes Lernen am Beispiel der Vorlesung „Software-Architektur“. In (Reiber, K., Hrsg.): *Forschendes Lernen als hochschuldidaktisches Prinzip – Grundlegung und Beispiele*. Tübinger Beiträge zur Hochschuldidaktik (Band 3/1), Eberhard Karls Universität Tübingen – Arbeitsstelle Hochschuldidaktik, Tübingen, S. 13–18, 2007.
- [Ge] Gesellschaft für Informatik: *GI-Edition Lecture Notes in Informatics (LNI)*, URL: <https://gi.de/service/publikationen/lni>, Stand: 25.01.2023.
- [HH13] Hesenius, M.; Herzberg, D.: Forschung mit Master-Studierenden im Software Engineering. In (Spillner, A.; Lichter, H., Hrsg.): *Tagungsband des 13. Workshops „Software Engineering im Unterricht der Hochschulen“ (SEUH 2013)*. CEUR Workshop Proceedings, 956, Aachen, S. 115–116, 2013.
- [HR19] Huber, L.; Reinmann, G.: *Vom forschungsnahen zum forschenden Lernen an Hochschulen: Wege der Bildung durch Wissenschaft*. Springer VS, Wiesbaden, 2019.
- [Hu04] Huber, L.: Forschendes Lernen. 10 Thesen zum Verhältnis von Forschung und Lehre aus der Perspektive des Studiums. *Die Hochschule: Journal für Wissenschaft und Bildung* 13/2, S. 29–49, 2004.
- [Hu09] Huber, L.: Warum Forschendes Lernen nötig und möglich ist. In (Huber, L.; Hellmer, J.; Schneider, F., Hrsg.): *Forschendes Lernen im Studium*. UniversitätsVerlagWebler, Bielefeld, S. 9–35, 2009.
- [JKW15] Jakoblew, M.; Keil, R.; Winkelkemper, F.: Forschendes Lernen durch Semantisches Positionieren. In (Forbrig, P.; Magenheimer, J., Hrsg.): *HDI 2014 – Gestalten von Übergängen*. 6. Fachtagung Hochschuldidaktik der Informatik. *Commentarii informaticae didacticae*, 9, Universitätsverlag Potsdam, Potsdam, S. 109–124, 2015.
- [KLZ15] Knoth, A.; Lucke, U.; Zifonun, D.: Lehre im Format der Forschung: ein interdisziplinäres Seminarkonzept. In (Nistor, N.; Schirlitz, S., Hrsg.): *Digitale Medien und Interdisziplinarität*. *Medien in der Wissenschaft*, 68, Waxmann, Münster, S. 217–227, 2015.

- [LH19] Lübcke, E.; Heudorfer, A.: Die Ziele forschenden Lernens: Eine empirische Analyse im Rahmen der QPL-Begleitforschung. In (Reinmann, G.; Lübcke, E.; Heudorfer, A., Hrsg.): *Forschendes Lernen in der Studieneingangsphase. Empirische Befunde, Fallbeispiele und individuelle Perspektiven*. Springer VS, Wiesbaden, S. 17–58, 2019.
- [LR19] Licker, N.; Rice, A.: Detecting Incorrect Build Rules. In: *41st International Conference on Software Engineering (ICSE 2019)*. IEEE, New York, S. 1234–1244, 2019.
- [LRH19] Lübcke, E.; Reinmann, G.; Heudorfer, A.: Entwicklung eines Instruments zur Analyse forschenden Lernens. In (Reinmann, G.; Lübcke, E.; Heudorfer, A., Hrsg.): *Forschendes Lernen in der Studieneingangsphase. Empirische Befunde, Fallbeispiele und individuelle Perspektiven*. Springer VS, Wiesbaden, S. 127–147, 2019.
- [Mo12] Mottok, J.; Schroll-Decker, I.; Niemetz, M.; Scharfenberg, G.; Hagemel, B. G.: Internal Conferences as a Constructivism Based Learning Arrangement for Research Master Students in Software Engineering. In (Arabnia, H. R.; Clincy, V. A.; Deligiannidis, L., Hrsg.): *Proceedings of the 2012 International Conference on Frontiers in Education: Computer Science and Computer Engineering (FECS 2012)*. CSREA Press, Las Vegas, S. 292–299, 2012.
- [Mu18] Murphy, L.; Kery, M. B.; Alliyu, O.; Macvean, A.; Myers, B. A.: API Designers in the Field: Design Practices and Challenges for Creating Usable APIs. In: *Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing (VL/HCC 2018)*. IEEE, New York, S. 249–258, 2018.
- [MW15] Méndez Fernández, D.; Wagner, S.: Naming the pain in requirements engineering: A design for a global family of surveys and first results from Germany. *Information and Software Technology* 57/, pp. 616–643, 2015.
- [Po16] Politowski, C.; Fontoura, L.; Petrillo, F.; Guéhéneuc, Y.-G.: Are the Old Days Gone? A Survey on Actual Software Engineering Processes in Video Game Industry. In: *Proceedings of the 5th International Workshop on Games and Software Engineering (GAS '16)*. ACM Press, New York, pp. 22–28, 2016.

- [Ra20] Ralph, P.; Baltés, S.; Bianculli, D.; Dittrich, Y.; Felderer, M.; Feldt, R.; Filieri, A.; Furia, C. A.; Graziotin, D.; He, P.; Hoda, R.; Juristo, N.; Kitchenham, B.; Robbes, R.; Mendez, D.; Moller, J.; Spinellis, D.; Staron, M.; Stol, K.; Tamburri, D.; Torchiano, M.; Treude, C.; Turhan, B.; Vegas, S.: Empirical Standards for Software Engineering Research, 2020, arXiv: 2010.03525v1 [cs].
- [RE12] Romeike, R.; Eichler, K.-P.: Forschendes Lernen mit Apps für Smartphones und Tablets – Studentische Forschungspartnerschaften im Lehramtsstudium Informatik/Mathematik. In (Desel, J.; Haake, J. M.; Spannagel, C., Hrsg.): DeLFI 2012: Die 10. e-Learning Fachtagung Informatik der Gesellschaft für Informatik e.V. Gesellschaft für Informatik e.V., Bonn, S. 279–290, 2012.
- [Sa19] dos Santos, H. M.; Durelli, V. H. S.; Souza, M.; Figueiredo, E.; da Silva, L. T.; Durelli, R. S.: CleanGame: Gamifying the Identification of Code Smells. In: SBES '19: Proceedings of the XXXIII Brazilian Symposium on Software Engineering. ACM, New York, pp. 437–446, 2019.
- [SF18] Stol, K.-J.; Fitzgerald, B.: The ABC of Software Engineering Research. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology* 27/3, pp. 1–51, 2018.
- [Sh03] Shaw, M.: Writing Good Software Engineering Research Papers. In: Proceedings of the 25th International Conference on Software Engineering (ICSE 2003). IEEE, New York, S. 726–736, 2003.
- [So17] Sonntag, M.; Rueß, J.; Ebert, C.; Friederici, K.; Schilow, L.; Deicke, W.: Forschendes Lernen im Seminar: Ein Leitfaden für Lehrende. 2., überarbeitete Auflage, Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin, 2017.
- [SOF18] Senft, B.; Oberthür, S.; Fischer, H.: Forschendes Lernen in der Informatik – In praxisnaher Projektgruppe einen Softwareentwicklungsprozess erforschen. In (Neuber, N.; Paravicini, W.; Stein, M., Hrsg.): Forschendes Lernen – The wider view. Schriften zur Allgemeinen Hochschuldidaktik (3), WTM-Verlag, Münster, 2018.
- [St20] Storey, M.-A.; Ernst, N. A.; Williams, C.; Kalliamvakou, E.: The Who, What, How of Software Engineering Research: A Socio-Technical Framework. *Empirical Software Engineering* 25/, S. 4097–4129, 2020.

- [Th] Thoughtworks: Technology Radar | An opinionated guide to technology frontiers, URL: <https://www.thoughtworks.com/radar/>, Stand: 25.01.2023.
- [Ts18] Tsantalis, N.; Mansouri, M.; Eshkevari, L. M.; Mazinianian, D.; Dig, D.: Accurate and Efficient Refactoring Detection in Commit History. In: ICSE '18: Proceedings of the 40th International Conference on Software Engineering. ACM, New York, pp. 483–494, 2018.
- [Wi14] Wieringa, R. J.: Design Science Methodology for Information Systems and Software Engineering. Springer, Berlin u. Heidelberg, 2014.
- [Zo15] Zobel, J.: Writing for Computer Science. Springer, London, 2015.

Evolutionäre Entwicklung eines Inverted Classroom Formats unter Berücksichtigung des Student Engagement

Eine Analyse der Outcomes von Studierenden im Kontext von COVID-19

Jonas Stemme¹, Uwe Hoppe¹

Abstract: 1,7 Milliarden Studierende waren von der ad hoc Umstellung der Lehre an Hochschulen durch den Ausbruch der COVID-19-Pandemie im Jahr 2020 betroffen. Innerhalb kürzester Zeit mussten Lehr- und Lernformate digital transformiert werden, um ein Distanzlernen für Studierende überall auf der Welt zu ermöglichen. Etwa zwei Jahre später können die Erfahrungen aus der Entwicklung von digitalen Lehr- und Lernformaten dazu genutzt werden, um Blended Learning Formate zielgerecht weiterzuentwickeln. Die nachfolgende Untersuchung zeigt einerseits einen Prozess der evolutionären Entwicklung am Beispiel eines Inverted Classrooms auf. Andererseits wird das Modell des Student Engagement genutzt, um die Einflussfaktoren, im Speziellen die des Verhaltens, zielgerecht anzupassen und so die Outcomes in Form von besseren Noten und einer erhöhten Zufriedenheit bei den Studierenden zu erzielen. Grundlage für die Untersuchung bildet die Lehrveranstaltung Projektmanagement, die an einer deutschen Hochschule durchgeführt wird.

Keywords: Inverted Classroom; Lehr- und Lernformate; Student Engagement; HEI, COVID-19

¹ Universität Osnabrück, Betriebswirtschaftslehre, Organisation und Wirtschaftsinformatik, Katharinenstraße 1, 49074 Osnabrück, jonas.stemme@uni-osnabrueck.de  <https://orcid.org/0000-0002-0095-4758> | uwe.hoppe@uni-osnabrueck.de

1 Einleitung

Bedingt durch die COVID-19-Pandemie mussten Anfang 2020 innerhalb kürzester Zeit Lehr- und Lernformate digital transformiert werden, damit Studierende ihr Studium auch unter Einhaltung der Infektionsschutzmaßnahmen fortführen konnten [Ch20]. Für 1,7 Milliarden Studierende führte die ad hoc Umstellung der Lehre, bedingt durch die COVID-19-Pandemie, zu umfassenden Veränderungen sowohl in der Lehre als auch im privaten Umfeld [Du20]. Bei der digitalen Transformation der Lehr- und Lernformate fehlten häufig Erfahrungen in Bezug auf die komplette Umstellung ins digitale Lehr- und Lernformat, sodass es zu neuen Herausforderungen sowohl für die Lehrenden als auch für die Studierenden sowie für die Hochschulen gekommen ist [Ch20].

Nachdem digitale Konzepte bspw. in Form von Blended Learning angeboten und umgesetzt wurden, besteht aktuell für Hochschulen die Möglichkeit aus den Erfahrungen bei der Entwicklung und Umsetzung der digitalen Lehr- und Lernformate zu lernen [BVH20], sich krisensicherer aufzustellen und frühzeitig relevante Informationen zu sammeln, um den strategischen Entwicklungsprozess zielgerichtet gestalten zu können [Bi20]. Um Verbesserungsmöglichkeiten in der digitalen Lehre identifizieren zu können, sollten Ideen zur Weiterentwicklung nicht nur Top-down von den Lehrenden, sondern auch Bottom-up von den Studierenden eingebracht werden, um die digitale Lehre nachhaltig zu verbessern [SB18]. Nach Bils et al. [Bi20] sollte vor allem der zeitliche Rahmen betrachtet werden, in dem Entscheidungen getroffen wurden. Ad hoc getroffene Annahmen oder Entscheidungen können anders ausfallen als Entscheidungen, die länger überdacht werden konnten.

Der nachfolgende Beitrag verfolgt zwei Zielsetzungen. Zum einen soll ein Prozess vorgestellt werden, wie ein digitales Lehr- und Lernformat systematisch sowohl Top-down als auch Bottom-up anhand des *Student Engagement* weiterentwickelt werden kann, sodass es im Ergebnis den Anforderungen der Studierenden gerecht wird und diese gute Noten erzielen können. Zum anderen sollen die Veränderungen in Form der Outcomes des *Student Engagement* (Zufriedenheit/Noten) der zwei digitalen Semester miteinander verglichen werden, um die Auswirkungen der Anpassungen des Lehr- und Lernformats sichtbar zu machen. Aus den gewonnenen Erkenntnissen sollen Handlungsempfehlungen abgeleitet werden, wie die Inverted Classroom Lehrveranstaltung weiterentwickelt werden kann. Dazu werden folgende Forschungsfragen (FF) beantwortet:

- FF1: Wie kann ein Inverted Classroom Lehrformat dauerhaft weiterentwickelt werden?
- FF2: Haben die eingeführten Anpassungen des Lehrformats im WS 20/21 zu einer Veränderung der gemessenen Outcomes im WS 21/22 geführt?
- FF3: Welche Handlungsempfehlungen lassen sich zur Entwicklung des digitalen Lehrformats ableiten?

Der nachfolgende Beitrag gliedert sich in sechs Kapitel. Nachdem im Abschnitt 1 die Zielsetzung, Problemstellung und die Forschungsfragen thematisiert wurden, wird in Abschnitt 2 der Arbeit das Modell des *Student Engagement* vorgestellt. Darauf aufbauend werden in Abschnitt 3 der Aufbau und die Weiterentwicklung der Lehrveranstaltung sowie eine Möglichkeit zur Weiterentwicklung des Lehr- und Lernformats vorgestellt. Der vierte Abschnitt beschreibt zum einen den Design Based Research Ansatz. Zum anderen wird der Forschungsgegenstand näher beschrieben. Anschließend werden im fünften Abschnitt die Ergebnisse aus den betrachteten Semestern anhand der Einflussfaktoren und der Outcomes miteinander verglichen, die Ergebnisse interpretiert und entsprechende Handlungsmaßnahmen abgeleitet, wie die Lehrveranstaltung in Zukunft weiter angepasst werden sollte. Die Arbeit schließt mit dem Abschnitt 6, das sowohl eine Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse beinhaltet als auch die Limitationen der Arbeit darstellt und weitere Forschungslücken aufzeigt.

2 Literaturanalyse – Student Engagement

Moderne digitale Lehr- und Lernformate werden gegenwärtig unter dem Motto *Shift from Teaching to Learning* gestaltet, bei dem die Kompetenzorientierung der Studierenden in den Vordergrund gestellt wird. Zudem sollen die Lehrenden als Coaches fungieren, die den Studierenden als Ansprechpartner:innen zur Verfügung stehen, die Eigenständigkeit fördern und die Heterogenität der Studierenden berücksichtigen [Ba18]. Entscheidend für den Studienerfolg von Studierenden ist die zielgerechte Umsetzung der Transformation der klassischen Lehr- und Lernformate hin zu digitalen Lehr- und Lernformaten. Trowler kam 2010 in einer systematischen Literaturanalyse zu dem Ergebnis, dass das *Student Engagement* für Studierende zu den wichtigsten Determinanten gehört. Die Einflussfaktoren in den Konstrukten (Verhalten, kognitiv und affektiv) beeinflussen die Outcomes, beispielsweise gute Noten oder Zufriedenheit [Tr10].

Bei dem *Student Engagement* wird nicht von der Engagiertheit der Studierenden gesprochen, sondern von den Einflussfaktoren, die das Engagement der Studierenden beeinflussen [Tr10]. Eine Veränderung der Einflussfaktoren des Verhaltenskonstruktes, bspw. in Form von neuen Regeln oder durch das vorherige Definieren einer Aufwandsmenge, soll zu einer Verbesserung der Outcomes führen. Das *Student Engagement* ist somit mehr als die reine Beteiligung oder Engagiertheit von Studierenden. Die nachfolgende Abbildung skizziert das 1960 erstmals publizierte Dreikomponentenmodell von Rosenberg und Hoveland [RH60]. Positive Konstellationen der Einflussfaktoren innerhalb der Konstrukte deuten auf einen hohe Bereitschaft der Studierenden hin, sowohl ihre persönlichen als auch akademischen sowie ihre beruflichen Ziele eigenverantwortlich zu erreichen [Pe19].

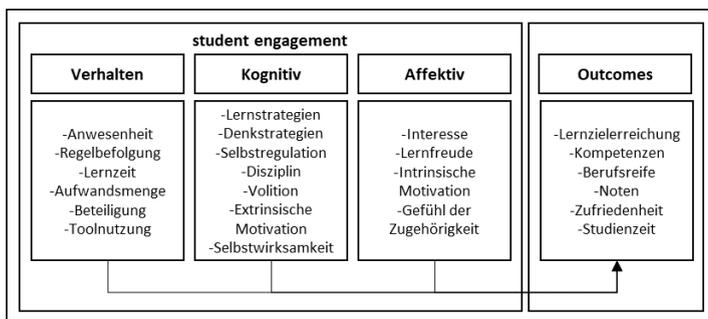


Abb. 1: Darstellung des Student Engagement in Anlehnung an Persike [Pe19]

Das Konstrukt Verhalten umfasst die Absichten der Studierenden, darunter fallen bspw. *Anwesenheit*, *Regelbefolgung*, *Lernzeit*, *Aufwandsmenge*, *Beteiligung* und die *Toolnutzung* im digitalen Kontext [RH60]. Des Weiteren können damit Handlungen gemeint sein, die sich auf das Einstellungsobjekt beziehen. Diese können konkret oder abstrakt sein [Bo02]. Meinungen bzw. Denkweisen über das Einstellungsobjekt werden hingegen dem kognitiven Konstrukt zugeordnet. Dieses umfasst bspw. *Lernstrategien*, *Denkstrategien*, *Selbstregulation*, *Disziplin*, *Volition*, *extrinsische Motivation* und *Selbstwirksamkeit* [RH60]. Das dritte Konstrukt (affektiv) wird durch Emotionen zum Einstellungsgegenstand geprägt. Alles, was Studierende wahrnehmen, kann als Einstellungsgegenstand bezeichnet werden [Bo02]. Dies können *Interessen*, *Lernfreude*, *intrinsische Motivation* oder das *Gefühl der Zugehörigkeit* sein [RH60]. Unter der Prämisse, die Outcomes von Studierenden in Form von besseren Noten oder einer höheren

Zufriedenheit zu steigern, findet in der nachfolgenden Studie eine Fokussierung auf das Verhaltenskonstrukt statt, da die meisten der veränderten Einflussfaktoren diesem Konstrukt zugeordnet werden können. Zusätzlich schreiben Autoren wie Trowler [Tr10] oder Sarcletti und Müller [SM11], dass die Beteiligung der Studierenden zu den relevantesten Dimensionen gehört, welche die Outcomes beeinflussen. Festinger [Fe57] geht davon aus, dass das kognitive Konstrukt durch das Verhalten beeinflusst wird.

3 Fallbeispiel

Das nachfolgende transformierte Lehrformat basiert auf der in Präsenz durchgeführten Lehrveranstaltung Projektmanagement, die an der Universität Osnabrück turnusgemäß jedes Wintersemester durchgeführt wird. Die Lehrveranstaltung kann von Studierenden der Masterstudiengänge Betriebswirtschaftslehre, Wirtschaftsinformatik und Wirtschaftswissenschaften wahrgenommen werden. Das Konzept bestand aus 14 Terminen, an denen die Studierenden innerhalb der Vorlesung Präsentationen halten und an Literaturdiskussionen teilnehmen mussten. Nach den jeweiligen Vorlesungen haben die Studierenden die Zeit genutzt, um die zur Verfügung gestellten Foliensätze zu verinnerlichen und die nächsten Präsentationen bzw. Literaturdiskussionen vorzubereiten. Zum Ende des Semesters wurde eine 90-minütige Präsenzklausur geschrieben. Die Präsenzklausur sowie optional die freiwillig gehaltenen Präsentationen dienten zur Bestimmung der Noten.

3.1 Inverted Classroom Konzept

Im WS 2019/20 wurde das bisherige Lehrformat (Vorlesung) vor bzw. während der COVID-19-Pandemie transformiert. Innerhalb von neun Monaten sollte ein innovatives, digitales Blended Learning Format (Inverted Classroom Format) entstehen, das auch nach der Pandemie weiterhin eingesetzt werden sollte. Der Begriff Inverted Classroom oder auch Flipped Classroom kann als umgedrehtes Klassenzimmer verstanden werden [Ta12]. In der Zeit vor der Vorlesung werden den Studierenden Inhalte vorab asynchron bereitgestellt [GBH08]. Diese müssen von den Studierenden eigenständig verinnerlicht werden [Lo13]. In der anschließenden Phase erfolgt eine Vertiefung bzw. das Training der Inhalte.

Die Studierenden bekommen bspw. Aufgaben, die sie mithilfe der Informationen aus den bereitgestellten Materialien lösen müssen [LE13]. Nach der jeweiligen Vorlesung erfolgt der Wissenstransfer, indem die Studierenden das erlernte Wissen in einem anderen Kontext anwenden müssen [Ha18]. Die Literatur ist nicht konsistent bezüglich der Anzahl und Bezeichnungen der Phasen. Neben zwei Phasen wie „Pre-Class“ und „In-Class“ [LE13] wird in anderen Inverted Classrooms von „Pre-Training“, „Live-Training“ und „Post-Training“ [Ha18] gesprochen, wobei die Ausführungen sehr ähnlich sind. Im nachfolgenden Beispiel werden die Begrifflichkeiten *Before Class* für die Phase vor der Präsenzzeit, *During Class* für die Phase im Hörsaal und *After Class* für die Phase nach der Vorlesung verwendet [Mo14]. Die Struktur des konzipierten Inverted Classrooms für die Lehrveranstaltung Projektmanagement kann Abb. 2 entnommen werden.

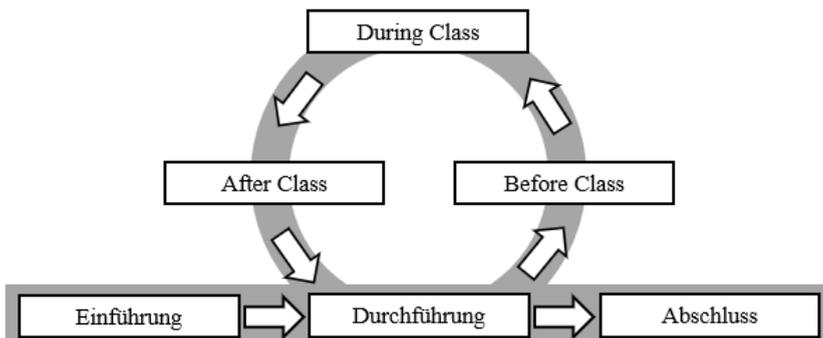


Abb. 2: Aufbau des Inverted Classroom in Anlehnung an Mok [Mo14]

Der dargestellte Prozess des Inverted Classroom basiert auf einem iterativen Prozess, der den Phasen Einführung, Durchführung und Abschluss folgt. Nachdem die Einführungsveranstaltung durchgeführt wurde, erfolgt ein Zyklus mit zwölf Durchläufen der Phasen *Before Class*, *In Class* und *After Class*. Die Phase des Abschlusses erfolgt in der 14. Lehrveranstaltung. Nachfolgend werden sowohl der Aufbau des Inverted Classrooms als auch die verhaltensbeeinflussenden Maßnahmen, die im Rahmen der Konzeption getroffen wurden, dargestellt.

Die Einführungsveranstaltung bildet den Ausgangspunkt für die Durchführung des Inverted Classrooms. Innerhalb der Veranstaltung werden den Studierenden die Struktur und der Ablauf des Lehrformats vorgestellt (*Regel-*

befolgung). Zudem werden Gruppen anhand von Persönlichkeitsmerkmalen eingeteilt, um möglichst heterogene Gruppen zu erzeugen, die aufgrund ihrer interdisziplinären Gruppierung von der Interaktion untereinander profitieren (*Beteiligung*). Die Gruppengröße beträgt etwa vier bis fünf Studierende pro Gruppe, damit die Studierenden die zuvor formulierten Lernziele erreichen können (*Lernzielerreichung*). Zudem wird ein Quiz mit den Studierenden durchgeführt, um die *Beteiligung* der Studierenden in Form von Interaktion zu erhöhen.

Nachdem die Gruppen eingeteilt wurden, erfolgt erstmals die *Before Class* Phase. Innerhalb der Phase verinnerlichen die Studierenden die bereits aufgezeichneten Videos, die ihnen zuvor in Stud.IP (Lernmanagementsystem) über den Reiter Courseware zur Verfügung gestellt werden (*Toolnutzung*). Das Lernmanagementsystem Courseware wird genutzt, um zeitgesteuert die Videos und Aufgabenblätter für die Studierenden sichtbar zu schalten (*Lernzeit*). Dies ermöglicht eine sinnvolle Bereitstellung der Inhalte, ohne die Studierenden zu überfordern, bspw. durch zu viele Materialien (*Aufwandsmenge*). Zusätzlich werden in den Videos Literaturempfehlungen gegeben, damit die Studierenden sich vertieft in die Inhalte einarbeiten können (*Aufwandsmenge*). Mit dem regelmäßigen Upload wird zudem gewährleistet, dass alle Studierenden eine Woche Zeit haben, um die jeweiligen Präsentationen für die *During Class* Phase vorzubereiten (*Aufwandsmenge* und *Regelbefolgung*).

Zu Beginn jeder *During Class* Phase werden 20-minütige standardisierte Online-Testate geschrieben, um die Lernzielerreichung der Studierenden zu überprüfen. Die Online-Testate werden digital geschrieben und erfolgen unter *Anwesenheit* der Lehrenden in einem virtuellen Prüfungsraum jeden Montag um 10:00 Uhr (*Regelbefolgung*). Des Weiteren kann mithilfe der Online-Testate die stetige *Lernzeit* gewährleistet werden, da die Studierenden sich auf die Online-Testate vorbereiten müssen. Nachdem die Online-Testate geschrieben wurden, erfolgt eine verpflichtende (nicht wie ursprünglich freiwillige) 50-minütige Präsentation einer Gruppe, die im Vorfeld festgelegt wurde (*Lernzielerreichung*). Anschließend erfolgt eine 15-minütige Aktivierung durch die Präsentationsgruppe, bei der sämtliche Studierende miteinbezogen werden sollen (*Beteiligung*). Darauf aufbauend erfolgt Peer-Feedback sowohl von einer zufällig ausgelosten anderen Gruppe als auch durch die Lehrenden (*Beteiligung*).

Jede Iteration endet mit der *After Class* Phase, in der die wöchentlichen Aufgabenblätter bearbeitet werden (*Aufwandsmenge*). Zudem werden nach jeder Vorlesung die wöchentlichen Videos für die nächste Woche sichtbar

geschaltet (*Lernzeit*). In dieser Phase sollen die Studierenden zudem ihre Prüfungsleistung vorbereiten, indem sie ihre ausgearbeiteten Aufgabenblätter in einem E-Portfolio zusammenfügen. Die Bewertung der Studierenden erfolgt zweigeteilt. Zum einen wird die Einzelleistung bei den Präsentationen bewertet und zum anderen wird die Gruppenleistung in Form der Portfolioausarbeitung sämtlicher Aufgabenblätter bewertet. Des Weiteren müssen 75 Prozent der Online-Testate bestanden werden (*Regelbefolgung*).

Die 14. Veranstaltung bildet den Abschluss des Moduls Projektmanagement. Neben der Evaluation werden Informationen zur Abschlussorganisation wiederholt, wie bspw. die fristgerechte Abgabe des Portfolios (*Regelbefolgung*). Außerdem wird ein Quiz mit den Studierenden durchgeführt, um eine höhere *Beteiligung* bei der Interaktion der Studierenden während der letzten Vorlesung zu generieren.

3.2 Weiterentwicklung des Inverted Classrooms

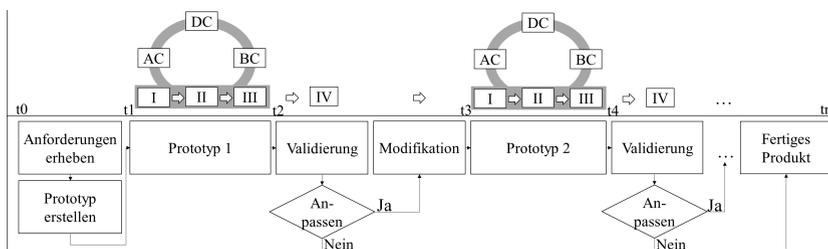
Bei der Weiterentwicklung des Inverted Classrooms sollen die Erfahrungen in Form von Evaluationen aus vorherigen Semestern genutzt und in einen kontinuierlichen Prozess der Verbesserungen integriert werden. Das Lehr- und Lernformat entspricht dabei einem Produkt, das unter sich verändernden Anforderungen stetig weiterentwickelt werden muss. Zudem sind die Anforderungen unvollständig und nicht von Anfang an bekannt. Diese Beschreibung trifft auch auf die Charakteristika von Prototypen zu. Prototypen sind schnell zu entwickeln, weisen ein funktionales bzw. ein nutzbares Modell auf, bei dem die wesentlichen Eigenschaften enthalten sind, jedoch müssen diese noch nicht vollständig realisiert sein. Zudem lassen sich Prototypen leicht modifizieren, anpassen bzw. erweitern [PPS92]. Prototyping lässt sich nach Floyd in drei Bereiche (*explorativ, experimentell* und *evolutionär*) einteilen [F184]:

Das *explorative* Prototyping wird eingesetzt, wenn die Problemstellung geklärt werden soll oder angepasste Arbeitsinhalte diskutiert werden sollen [F184]. Typische Prototyparten sind Demonstrationsprototypen oder auch funktionale Prototypen, welche die Einsatzmöglichkeiten oder Teile der Benutzeroberfläche darstellen [Bä96].

Bei dem *experimentellen* Prototyping werden technische Aspekte fokussiert und entsprechende Anforderungen an das System definiert, wie bspw. bei Labormustern [Bä96].

Das *evolutionäre* Prototyping kann als iterativer Prozess der stetigen Anpassung verstanden werden, der nach den Prozessschritten der Modellierung und Implementierung Nutzerbefragungen durchführt, um den zuvor entwickelten Prototyp zu verbessern [NS99]. Eine weitere Abgrenzung beim *evolutionären* Prototyping ist die Tatsache, dass die Entwickler:innen zunächst die eindeutig definierten und vollständigen Anforderungen umsetzen und erst im Nachgang unklare Anforderungen, die zu Anfang noch unvollständig waren [JBK03]. Eine Besonderheit beim *evolutionären* Prototyping ist die Evaluation des Prototyps, da die Erfahrungen und notwendigen Informationen zusammengetragen werden, um das Produkt stetig weiterzuentwickeln [BJK02]. Typische Beispiele für *evolutionäre* Prototypenarten sind Pilotsysteme, die so ausgereift sind, dass diese nicht unter Laborbedingungen getestet werden, sondern direkt eingesetzt werden können [Bä96].

Zudem stellte Floyd fest, dass die Übergänge nicht immer trennscharf zwischen dem explorativen und experimentellen Prototyping sind. Auch kann das evolutionäre Prototyping Ansätze der beiden Formen beinhalten [Fl84]. Für den nachfolgenden Fall wird der idealtypische evolutionäre Entwicklungsprozess des Prototypings für den Bereich HEI verwendet, da dort die Anforderungen noch unvollständig sind, stetige Anpassungen in Form von Evaluationen (Nutzerbefragungen) durchgeführt werden und mithilfe des Prototyps bereits Erfahrungen in den Semestern gesammelt wurden. Abbildung 3 stellt den adaptierten evolutionären Prototyping-Entwicklungsprozess in Anlehnung an Doke [Do90] für den oben skizzierten Inverted Classroom dar (unterer Teil der Abbildung).



I = Einführung; II = Durchführung; III = Abschluss; BC = Before Class; DC = During Class; AC = After Class; IV = Evaluation

Abb. 3: Evolutionärer Prototyping Prozess zur Anpassung der digitalen Lehrveranstaltung in Anlehnung an Doke [Do90]

Die Ablaufstruktur kann dem oberen grau eingefärbten Teil der Abbildung entnommen werden. Zusätzlich zu der Aufbau- und Ablaufstruktur (I bis III) dienen am Ende jedes Semesters die Evaluationsergebnisse (IV) dazu, den konzipierten Prototyp, d. h. die digitale Lehrveranstaltung, stetig zu verbessern. Die Zeiträume zwischen t1 und t2 sowie zwischen t3 und t4 stellen je ein Wintersemester dar. Nach der erstmaligen Erhebung der Anforderungen sowie der Konzeption eines Prototyps erfolgt die Umsetzung der Lehrveranstaltung anhand der abgebildeten Phasen (Prototyp 1). Die durchgeführten Studien (Evaluation WS 20/21 und Evaluation WS 21/22) können der Phase der Validierung zugeordnet werden.

Der Prototyp 1 wurde im Abschnitt 3.1 erläutert. Nachfolgend sollen die Modifikationen des Prototyps 2 erläutert werden.

Nachdem die Studierenden sich im WS 20/21 weiterführende Hinweise zum Portfolio gewünscht haben, wurde den Studierenden im WS 21/22 ein Musterportfolio als Beispiel zur Verfügung gestellt (*Regelbefolgung*).

Zudem mussten sich die Studierenden zu Beginn der zweiten Veranstaltung verbindlich für die Vorlesung anmelden, sodass die Anrechenbarkeit bereits im Vorfeld mit dem Prüfungsamt abgeklärt wurde (*Regelbefolgung*). Zudem sollte durch die verbindlichen Anmeldungen verhindert werden, dass die Studierenden während des Semesters die Lehrveranstaltung abbrechen.

Um das Interesse der Studierenden und den Praxisbezug der Veranstaltung zu steigern, wurde eine weitere Veranstaltung (bestehend aus zwei Terminen) vor dem Phasenprozess (I bis III) eingeführt. Innerhalb des ersten Termins (Präsenzzeit) wurden die Gruppen anhand von Persönlichkeitsmerkmalen eingeteilt (siehe Prototyp 1). Bei dem zweiten Termin wurde ein Dienstleistungsunternehmen im Bereich Softwareentwicklung eingeladen, um das *Interesse* der Studierenden und den Praxisbezug in der Lehrveranstaltung zu steigern. Beide dargestellten Termin fanden somit vor den drei Phasen statt.

Phase II im Prototyp 2 beginnt nach zwei durchgeführten Terminen (Vorlesungen). Resultierend aus den Erfahrungen des WS 20/21 wurden die Aufgabenstellungen in den wöchentlichen Aufgabenblättern angepasst. Besonders umfangreiche Aufgaben wurden reduziert, um eine identische wöchentliche *Aufwandsmenge* zu erzielen. Zusätzlich wurden die Aufgabenstellungen in Abhängigkeit von der Anzahl der Gruppenmitglieder definiert. Durch diese transparentere Darstellung der Anforderungen ließ sich nun realistischer abschätzen, wie lange die Studierenden für die Aufgaben benötigen würden (*Lernzeit*). Als weitere Modifikation wurden die Anforderungen bei der Bewertung der

Portfolios gesteigert. Diese wurden in der ersten Lehrveranstaltung schriftlich kommuniziert und entsprechende Musterdokumente wurden im Rahmen des Prototyps 2 erstmalig zur Verfügung gestellt. Die wöchentlichen Online-Testate wurden mit neuen Aufgabenstellungen erweitert und um fünf Minuten auf nun 15-minütige standardisierte Online-Tests gekürzt.

4 Design Based Research

Die nachfolgenden Ergebnisse basieren auf zwei Feldstudien. Beide Studien verfolgten einen Mixed-Methods-Ansatz, bei dem sowohl qualitative als auch quantitative Fragestellungen Berücksichtigung fanden. Die Feldstudien wurden am 01.02.2021 und am 31.01.2022 durchgeführt. Der betrachtete Zeitraum betrug jeweils das aktuelle Semester (WS 20/21 bzw. 21/22). Die freiwilligen und anonymen Befragungen wurden mithilfe einer Software (LimeSurvey) durchgeführt.

An der Erhebung zur ersten Evaluation der Lehrveranstaltung im WS 20/21 nahmen insgesamt 22 von 29 Studierenden teil. Die Zielpopulation besteht aus 15 männlichen und sechs weiblichen Studierenden; ein:e Studierende:r machte keine Angabe zum Geschlecht. Bei den Teilnehmenden handelte es sich jeweils zur Hälfte um Masterstudierende der Wirtschaftsinformatik bzw. der Betriebswirtschaftslehre. Das durchschnittliche Alter der Befragten betrug etwa 25 Jahre.

An der zweiten Evaluation im WS 21/22 beteiligten sich 27 von 40 Studierenden. Davon identifizierten sich 15 als männlich und neun als weiblich, während zwei Studierende keine Angabe zum Geschlecht machten. Das durchschnittliche Alter der Studierenden betrug hier etwa 24 Jahre. Von den Teilnehmenden stammten 15 Studierende aus dem Studiengang Betriebswirtschaftslehre, neun Studierende aus der Wirtschaftsinformatik; drei Studierende machten keine eindeutigen Angaben.

Bei beiden Evaluationen kamen identische Fragestellungen zum Einsatz, um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten. In einer offenen Fragestellung wurden die Studierenden gefragt, was ihnen besonders gut und was ihnen nicht gut an der Lehrveranstaltung gefallen hat. Generell wurde bei den Fragestellungen berücksichtigt, dass sowohl positive als auch negative Ausprägungen in einzelnen Dimensionen vorhanden sein können. Dabei ist zu beachten, dass bspw. negative Ausprägungen nicht direkte negative Auswirkungen auf die

Outcomes haben müssen [Tr10]. Ein hoher Workload kann sich auch positiv auf die Note auswirken, da die Studierenden sich vertieft mit den Inhalten auseinandersetzen müssen. Mithilfe einer Inhaltsanalyse nach Mayring [Ma10] wurden die offenen Fragestellungen systematisch ausgewertet. Um eine hohe Intercoderreliabilität zu erreichen, d. h. um keine abweichenden Ergebnisse zu erzielen, wurde die Auswertung gemäß der Vorgaben nach Mayring [Ma10] durchgeführt. Vor der Zuordnung der identifizierten Antworten wurden die Dimensionen aus den Konstrukten nach Persike [Pe19] definiert, um die Reliabilität zu erhöhen. Anschließend wurden die generalisierten und paraphrasierten Antworten den Dimensionen zugeordnet [Ma10]. Auf eine Messung der Outcomes hinsichtlich der Berufsreife oder der Studienzeit wurde verzichtet, da die Erhebung einmalig am Ende des Semesters stattfand und nicht zum Ende des Studiums bzw. im Berufsleben. Eine Messung der Kompetenzen oder der Lernzielerreichung würde den Rahmen des Beitrages übersteigen. Die Messung der Zufriedenheit als Outcome des *Student Engagement* erfolgte mit einer quantitativen Fragestellung in Form einer Likert-Skala (1 = „Stimme voll zu“ bis 5 = „Stimme überhaupt nicht zu“). Die Studierenden wurden dabei gefragt, ob ihnen die Veranstaltung Projektmanagement gefallen habe. Zusätzlich zu dem Outcome der Zufriedenheit wurden die durchschnittlichen Noten der Studierenden aus dem WS 2019/20 jeweils mit den Durchschnittsnoten, die nach beiden Überarbeitungsstufen der Lehrveranstaltung erzielt wurden (also WS 20/21 und WS 21/22) verglichen. Aufgrund der in der ersten Evaluation geäußerten Kritik einer zu hohen Arbeitsbelastung wurden die Studierenden zusätzlich gebeten, sowohl ihren durchschnittlichen Workload pro Woche für diese Lehrveranstaltung als auch den Durchschnitt ihres gesamten wöchentlichen Workloads anzugeben, um zu kontrollieren, ob die angepassten Aufgabenstellungen zu einem verringerten Workload beitragen konnten.

5 Ergebnisse

5.1 Evaluationsergebnisse

Die nachfolgend dargestellte Abb. 1 stellt die Ergebnisse der beiden Inhaltsanalysen nach Mayring [Ma10] zusammengefasst für die beiden Evaluationen WS 20/21 und WS 21/22 dar. Neben den identifizierten Dimensionen werden die

jeweiligen Nennungen im prozentualen Verhältnis zur absoluten Anzahl von Studierenden wiedergegeben. Bedingt durch die offenen Fragestellungen waren Mehrfachantworten möglich.

Im WS 20/21 konnten insgesamt 71 Antworten (41 positiv und 30 negativ) acht Dimensionen zugeordnet werden. Im WS 21/22 wurden 59 Antworten (32 positiv und 27 negativ) in zehn Dimensionen einsortiert.

Bei beiden Erhebungen konnten alle sechs Dimensionen aus dem Konstrukt des Verhaltens in den Aussagen der Studierenden identifiziert werden. Zusätzlich konnte in beiden Erhebungen aus dem kognitiven Konstrukt die Dimension der Lernstrategien identifiziert werden. Aus dem affektiven Konstrukt konnte im WS 20/21 zusätzlich die Dimension des Interesses identifiziert werden. Darauf aufbauend wurde in der zweiten Erhebung (Prototyp 2) im affektiven Konstrukt die Dimension des Engagements und der intrinsischen Motivation hinzugefügt, um Antworten gebündelt wiederzugeben, die keiner der anderen Dimensionen zuzuordnen waren. Aufgrund der zwei gerichteten Fragestellungen nach der Attraktivität der Lehrveranstaltung richteten sich die meisten der Antworten nicht auf die Einflussfaktoren des affektiven oder kognitiven Konstruktes, sondern auf die Einflussfaktoren im Verhaltenskonstrukt.

Tab. 1: Darstellung der identifizierten Dimensionen aus dem *Student Engagement*

| Dimensionen | Was hat Ihnen besonders gut gefallen? | | Was hat Ihnen nicht gut gefallen? | |
|-----------------------------|---------------------------------------|----------|-----------------------------------|----------|
| | WS 20/21 | WS 21/22 | WS 20/21 | WS 21/22 |
| Regelbefolgung (v) | 45 % | 11 % | 73 % | 26 % |
| Aufwandsmenge (v) | 9 % | 11 % | 45 % | 44 % |
| Beteiligung (v) | 27 % | 26 % | 0 % | 19 % |
| Lernzeit (v) | 27 % | 4 % | 5 % | 4 % |
| Toolnutzung (v) | 18 % | 7 % | 5 % | 0 % |
| Anwesenheit (v) | 0 % | 4 % | 9 % | 0 % |
| Lernstrategien (k) | 45 % | 44 % | 0 % | 0 % |
| Engagement (a) | 0 % | 11 % | 0 % | 0 % |
| Interesse (a) | 14 % | 0 % | 0 % | 0 % |
| Intrinsische Motivation (a) | 0 % | 0 % | 0 % | 7 % |

v = Verhalten, k = kognitiv; a = affektiv

Die meisten Nennungen konnten in der Dimension *Regelbefolgung* identifiziert werden. Die positiven Antworten aus dem WS 20/21 umfassten unter anderem die Gruppeneinteilung, die offen gestalteten Aufgabenblätter sowie das regelmäßige Stattfinden der Lehrveranstaltung. Darüber hinaus wurden Aussagen von den Studierenden im WS 21/22 identifiziert, welche die regelmäßigen Online-Testate und die damit einhergehenden Regelungen zu den Prüfungsformaten beinhalteten. Negativ wurde von den Studierenden im WS 20/21 angemerkt, dass sie sich weiterführende schriftliche Hinweise zur Konzeption des Portfolios gewünscht hätten. Zudem wünschten sich die Studierenden mehr Klarheit über die Anrechenbarkeit des Moduls. Die Studierenden im WS 21/22 wünschten sich zusätzliche Sprechstunden sowie einen höheren Schwierigkeitsgrad bei den Online-Testaten. Zudem bemängelten die Studierenden, dass die Aufgabenblätter unterschiedliche Komplexitätsniveaus aufwiesen.

Die zweitgrößte Menge an Nennungen fand wurden in der Dimension der *Aufwandsmenge* identifiziert. Sowohl im WS 20/21 als auch im WS 21/22 merkten die Studierenden positiv an, dass die Belastung im Prüfungszeitraum durch die frühzeitige Abgabe reduziert werde. Negativ wurde in beiden Semestern angemerkt, dass die Inhalte zu umfangreich für ein Modul mit 5 ECTS sind und eher einem Modul mit 10 ECTS entsprächen.

Die *Beteiligung* stellte die am dritthäufigsten angesprochene Dimension im Konstrukt Verhalten dar. Positive Aussagen konnten bei beiden Erhebungen in Bezug auf die Gruppenarbeit, das direkte Feedback durch Lehrende und Studierende sowie die Aktivierung festgestellt werden. Zudem wurden zwei Aussagen aus dem WS 21/22 identifiziert, die das Format der Präsentationen im digitalen Semester als besonders positiv einstufen. Im WS 20/21 konnten keine negativen Aussagen der Dimension *Beteiligung* zugeordnet werden. In der zweiten Evaluation ließen sich fünf Aussagen identifizieren, die auf nicht optimal verlaufene Gruppenarbeit hinwiesen, bei der einzelne Studierende nicht mehr aktiv mitgearbeitet hätten.

Die am vierthäufigsten genannte Dimension im Verhaltenskonstrukt bildet die *Lernzeit*. Sowohl im WS 20/21 als auch im WS 21/22 wurde der regelmäßige Upload der Unterlagen positiv angemerkt. Zudem empfanden die Studierenden im WS 20/21 die Aufgabenblättern festgelegte wöchentliche Aufgabenmenge als positiv, da so eine klare Struktur der Bearbeitung der Aufgaben vorgegeben wurde. In beiden Semestern wurde negativ angemerkt, dass der erforderliche Bearbeitungsaufwand der Aufgabenblätter (*Aufwandsmenge*) unterschiedlich ausgeprägt war.

Die Dimension der *Toolnutzung* wurde in beiden Semestern positiv erwähnt und im WS 21/22 zudem nicht negativ erwähnt. Die Studierenden äußerten sich in beiden Semestern positiv über die Videos. Diese standen in einem hochwertigen Format zur Verfügung, waren passend vom zeitlichen Umfang sowie digital verfügbar. Die Evaluation im WS 20/21 ergab, dass ein Studierender sich Sprungmarken innerhalb der Videos gewünscht hätte.

Die wenigsten Nennungen im Verhaltenskonstrukt konnten der Dimension *Anwesenheit* zugeordnet werden. Positiv wurde im WS 21/22 erwähnt, dass das Format bis auf die Präsenzvorlesung flexibel nutzbar ist. Die Inhalte können zu einem beliebigen Zeitpunkt nochmals aufgerufen und weiter verinnerlicht werden. Zwei Studierende merkten jedoch im WS 20/21 negativ an, dass die Flexibilität bedingt durch die starren Online-Testat-Termine verloren gehe. Außerdem wurde bemängelt, dass die Vertiefung des Wissens in der *During Class* Phase nicht ausreichend stattfindet.

Neben den Dimensionen im Konstrukt des Verhaltens konnten auch im WS 21/22 Aussagen im kognitiven Konstrukt bei der Dimension *Lernstrategien* identifiziert werden. Die schrittweise wöchentliche Erarbeitung der Inhalte wurde von den Studierenden im WS 20/21 und im WS 21/22 gleichermaßen gelobt, ebenso wie der Praxisbezug der Veranstaltung in Form der Konzeption einer fiktiven App mithilfe unterschiedlicher Projektmanagementmethoden. Die Gruppen mussten hierfür eigene Ideen sammeln, wie der Alltag der Studierenden mithilfe einer App erleichtert werden könnte. Die tatsächliche Umsetzung (Programmierung) wurde dabei nicht verlangt.

Die letzten drei identifizierten Dimensionen können dem affektiven Konstrukt zugeordnet werden. Die im WS 21/22 neu hinzugefügte Dimension umfasst das wahrgenommene *Engagement* der Lehrenden gegenüber den Studierenden. Studierende äußerten sich positiv über die Erreichbarkeit, die schnelle Reaktionsgeschwindigkeit und den Einsatz der Lehrenden. Negative Aussagen konnten in dieser Dimension nicht identifiziert werden. Etwa 14 Prozent der Studierenden gaben eine Antwort zu dieser Dimension ab. Sie erklärten, auch weiterhin aktiv die verwendeten Modelle und Methoden aus dem Projektmanagement nutzen zu wollen. Negative Aussagen bezüglich des Interesses konnten nicht identifiziert werden. Die *intrinsische Motivation* stellt die Dimension mit den wenigsten Nennungen dar. Zudem konnten Aussagen von Studierenden identifiziert werden, die Herausforderungen mit fehlenden Verfügbarkeiten von wissenschaftlichen Quellen hatten.

5.2 Messung der Outcomes

Die Messung der Outcomes des *Student Engagement* erfolgt anhand von zwei Dimensionen. Zum einen wird die Zufriedenheit der Studierenden in den zwei evaluierten Semestern dargestellt. Zum anderen erfolgt ein Vergleich der durchschnittlich erzielten Noten aus dem vorherigen Lehrformat, dem neu geschaffenen Lehrformat und dem überarbeiteten Lehrformat. Abbildung 4 skizziert die Zufriedenheit der Studierenden mit der Lehrveranstaltung.

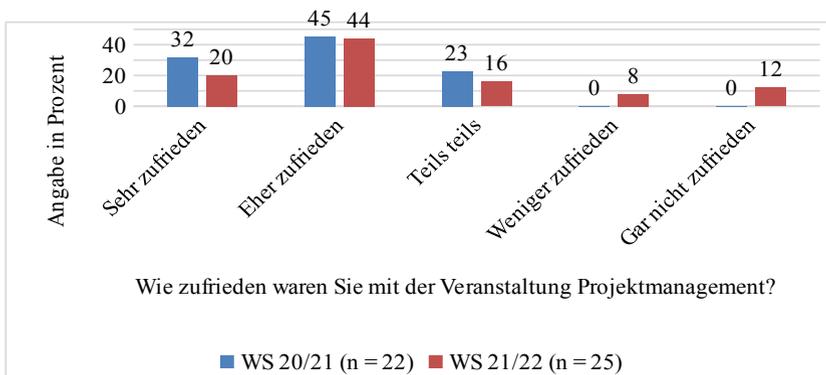


Abb. 4: Darstellung des Outcomes Zufriedenheit

Die Evaluation des WS 20/21 zeigt, dass die Studierenden im Durchschnitt mit der Veranstaltung sehr zufrieden bis eher zufrieden waren ($\bar{x}_{(WS\ 20/21)} = 1,91$). Im nachfolgenden WS 21/22 waren die Studierenden eher zufrieden bis teils zufrieden bzw. teils unzufrieden ($\bar{x}_{(WS\ 21/22)} = 2,48$). Keine:r der Studierenden war im WS 20/21 mit der Veranstaltung Projektmanagement weniger zufrieden oder gar nicht zufrieden, während dies für etwa 20 Prozent der evaluierten Studierenden aus dem WS 21/22 zutraf.

Als zweites Outcome der Lehrveranstaltung soll die Note der Studierenden betrachtet werden. Während der Notenschnitt vor der Transformation der Lehrveranstaltung (WS 19/20) bei 3,5 lag, hat sich die durchschnittliche Note nach der ersten Anpassung im WS 20/21 auf 1,66 erhöht. Nach der zweiten Anpassung hat sich die durchschnittliche Note auf 1,98 reduziert.

5.3 Handlungsempfehlungen

Die nachfolgend dargestellten Handlungsempfehlungen werden für den Prototyp 3 abgeleitet, um die Lehrveranstaltung weiter anzupassen. Dafür werden insgesamt 59 Antworten zur Weiterentwicklung der Lehrveranstaltung verwendet, um die Outcomes der Studierenden aus dem *Student Engagement* zu maximieren.

Die Gruppeneinteilung der Studierenden soll auch weiterhin mithilfe eines Persönlichkeitstests vorgenommen werden, um die Heterogenität von Lerngruppen zu fördern.

Zudem sollen die neu erstellten Informationsdokumente, wie das Beispielportfolio oder der Anforderungskatalog, den Studierenden dauerhaft in der Veranstaltung (im Dateibereich) zu Verfügung gestellt werden (*Regelbefolgung*).

Unklar ist, ob in Zukunft ein Unternehmen Inhalte aus der Praxis vorstellen soll, da keine Aussagen diesbezüglich von den Studierenden in der Evaluation identifiziert worden sind (*Interesse*).

Eine Erweiterung zum Thema Konfigurationsmanagement wird aufgrund der fehlenden freien Termine (*Regelbefolgung*) und des Workloads der Studierenden (*Aufwandsmenge*) nicht weiterverfolgt.

In der *Before Class* Phase sollen weiterhin kurze Videos mit definierten Lernzielen eingesetzt werden, damit die Studierenden vor der *During Class* Phase die Inhalte selbstständig verinnerlichen. Zusätzliche Fragestellungen sollten aufgrund des Workloads nicht weiter eingeplant werden (*Aufwandsmenge*). Weiterhin sollte angestrebt werden, dass die Videos mit Sprungmarken versehen werden, damit die Studierenden effizienter lernen können. Zudem sollen die Videos im kommenden Semester wieder im Vollbildmodus und in unterschiedlichen Wiedergabegeschwindigkeiten verfügbar sein (*Toolnutzung*).

Die standardisierten Online-Testate in der *During Class* Phase wurden von den Studierenden als sehr unflexibel wahrgenommen, da diese jeden Montag beantwortet werden mussten (*Regelbefolgung*). Dies soll jedoch zukünftig weiterhin zur gleichen Zeit durchgeführt werden, da somit die *Anwesenheit* und die dauerhafte Mitarbeit der Studierenden gewährleistet werden kann. Zudem wurde angemerkt, dass die Online-Testate lediglich das Wissen abfragen, obwohl die Studierenden dieses Wissen *After Class* bei den Aufgabenblättern anwenden mussten. Die Online-Testate sollen auch weiterhin die niedrigeren Taxonomie-

stufen [B156] des Nennens bzw. Wiedergebens von Wissen abfragen, da die Anwendung der Inhalte sich auf das Portfolio beschränkt (*Lernstrategien*).

Aufgrund der umfassenden Beteiligung in der *During Class* Phase soll das Konzept des direkten Feedbacks nach den Präsentationen beibehalten werden. Ergänzend wünschen sich die Studierenden zusätzliche Sprechstunden mit den Lehrenden, um über die Ausgestaltung des Portfolios sprechen zu können (*Beteiligung*).

Bei einer Gruppe hatten sich zwei von vier Studierenden aus der Gruppenarbeit herausgehalten. Dies hätte nach Ansicht der Studierenden durch zusätzliche Sprechstunden verhindert werden können. Obwohl in der vierten Präsenzzeit (Thema: Kommunikation und Konflikte) der Umgang mit ungleich verteilter Arbeitsbelastung thematisiert wurde, konnten die Studierenden innerhalb der Gruppe keine Lösung finden. Es wurde auch innerhalb des Semesters kein Kontakt zu den Lehrenden aufgenommen.

Für die *After Class* Phase haben sich die bearbeiteten Aufgabenblätter bewährt (*Regelbefolgung*), bei denen die Lernzeit im Prototyp 2 bereits angepasst wurde. Die Evaluation der Studierenden hat ergeben, dass trotz der angepassten Aufgabenblätter der Workload noch immer als zu hoch eingeschätzt wurde (*Aufwandsmenge*). Für den Prototyp 3 sollen die Aufgaben entsprechend der tatsächlich geleisteten Arbeitszeit kontrolliert werden, sodass die Bearbeitungszeit pro Aufgabenblatt einen ähnlichen Umfang aufweist. Dafür sollen die von den Studierenden angefertigten Zeitprotokolle als Grundlage für die Überarbeitung genutzt werden.

Das Lernmanagementtool (Stud.IP) soll auch weiterhin als Grundlage zur Bereitstellung der Aufgabenblätter, Videos, Informationsdokumente sowie der Aufbau- und Ablaufstruktur dienen, da sich die Studierenden mit Stud.IP auskennen.

Die schlechtere Durchschnittsnote und die gesunkene Zufriedenheit bei den Studierenden lassen sich zum einen durch die gestiegenen Anforderungen erklären. Top-down wurde für den Prototyp 2 beschlossen, die wissenschaftliche Ausdrucksfähigkeit im Portfolio strenger zu bewerten, worüber die Studierenden im Vorfeld informiert wurden. Zum anderen gab es eine Gruppe, welche besonders schlecht abschnitt und dadurch die durchschnittliche Note der Gesamtheit der Studierenden um ca. 0,2 gesenkt hat. Zusätzlich standen im WS 21/22 nicht alle Funktionalitäten, wie bspw. Vollbildmodus oder eine Anpassung der Vorlesungsgeschwindigkeit, für die Studierenden zur Verfügung, da diese kurz vor Vorlesungsbeginn durch ein Update entfernt worden waren.

6 Fazit

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass mithilfe des evolutionären Prototyping-Vorgehens ein Prozess zur iterativen Weiterentwicklung des Inverted Classroom Formates eingeführt wurde, der die Anforderungen der Studierenden und die Einflussfaktoren, die auf die Studierenden wirken, berücksichtigt (**FF1**). Der Aufbau der Lehrveranstaltung anhand der drei Phasen *Before Class*, *During Class* und *After Class* hat sich als sinnvolle und transparente Möglichkeit herausgestellt, den Studierenden den Aufbau und Ablauf der Veranstaltung zu verdeutlichen. Zudem wurden neue verhaltensbeeinflussende Maßnahmen im Vorfeld der Lehrveranstaltung formuliert, die zu einer Veränderung der Outcomes geführt haben. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Evaluation im WS 20/21 konnten einige der dort geäußerten Anforderungen der Studierenden im Prototyp 2 umgesetzt werden, wie bspw. die Einbindung eines Unternehmens, die Bereitstellung eines Beispielportfolios oder die schriftlichen Erläuterungen zu den Anforderungen der Lehrenden an die Studierenden. Bei der zweiten Messung der Outcomes konnten insgesamt 59 Antworten identifiziert werden, die in zehn Dimensionen eingeteilt werden konnten. Zusätzlich zur ersten Erhebung konnten im WS 21/22 drei Aussagen bezüglich des Engagements der Lehrenden festgestellt werden. Zu den am häufigsten genannten Dimensionen sowohl im WS 20/21 als auch im WS 21/22 zählen die Dimensionen der *Regelbefolgung*, *Aufwandsmenge* und die *Lernstrategien*. Die Outcomes wurden anhand von zwei Dimensionen (Zufriedenheit und Noten) gemessen. Obwohl die Studierenden eine hohe Arbeitsbelastung im Semester hatten, regelmäßige Online-Testate geschrieben haben und wöchentliche Präsentationen halten mussten, waren die Studierenden eher zufrieden bis teilweise zufrieden mit der Lehrveranstaltung (**FF2**). Eine Gruppe war nicht zufrieden mit der internen Gruppenarbeit, was sich negativ auf die Gesamtwertung der Zufriedenheit der Studierenden ausgewirkt hat. Bedingt durch die bereitgestellten Materialien, wie bspw. das Musterportfolio und die überarbeiteten Aufgabenblätter, wurden zusätzliche Anforderungen bei der Bewertung des Portfolios an die Studierenden im WS 21/22 gestellt. Aufgrund der Gruppenarbeit und der erhöhten Anforderungen an die Portfolioausarbeitung kam es zu einer schlechteren durchschnittlichen Note für die Studierenden (**FF2**). Somit kam es trotz einer Veränderung der verhaltensbeeinflussenden Faktoren zu einer Verringerung der Outcomes. Für die evolutionäre Entwicklung des Prototyps 3 konnten z. B. die folgenden Maßnahmen wie individuelle Sprechstunden oder

eine Überarbeitung der Aufgabenblätter abgeleitet werden, um die Outcomes der Studierenden aus dem *Student Engagement* zu verbessern. Zudem konnte festgestellt werden, dass negative Ausprägungen der Einflussfaktoren, wie z. B. die hohe Arbeitsbelastung, nicht zwangsläufig zu negativen Outcomes führen (**FF3**). Die Limitationen der Arbeit ergeben sich durch die neu eingeführte Prüfungsform, die zu anderen Noten führen kann. Zudem haben im WS 21/22 weniger Studierende als üblich an der Lehrveranstaltung teilgenommen. In zukünftigen Erhebungen sollten die Dimensionen im affektiven und kognitiven Konstrukt mit weiterführenden Fragestellungen analysiert werden. Zudem sollten die Veränderungen des Outcomes der Zufriedenheit zwischen zukünftigen Semestern und nach der COVID-19-Pandemie untersucht werden, um Veränderungen aufzuzeigen. Weitere Outcomes wie das Kompetenzniveau der Lehrveranstaltung oder die Lernzielerreichung könnten in nachfolgenden Beiträgen analysiert werden.

Literaturverzeichnis

- [Bal18] Bachmann, H.: Hochschule neu definiert – shift from teaching to learning. In (Bachmann, H., Hrsg.): Kompetenzorientierte Hochschullehre. Die Notwendigkeit von Kohärenz zwischen Lernzielen, Prüfungsformen und Lehr-Lern-Methoden. 3. Aufl., Forum Hochschuldidaktik und Erwachsenenbildung 1, hep Verlag, Bern, S. 14–31, 2018.
- [Bä96] Bäumer, D.; Bischofberger, W.; Lichter, H.; Züllighoven, H.: Objektorientiertes Prototyping – Konzepte, Werkzeuge und Erfahrungen. In: Procs. Softwaretechnik '96 in Softwaretechnik-Trends. Bd. 16. 3, Koblenz, S. 89–96, 12.–13. Sep. 1996.
- [Bi20] Bills, A.; Braun, B.; Bünemann, T.; Scheuring, T.; Sutter, C.; Meyer, V.; Neuner, S.; Wagner, B.; Wistuba, Y.: Corona-Semester 2020 – Ad-hoc-Maßnahmen evaluieren und nachhaltig verankern, Diskussionspapier Nr. 11. Hochschulforum Digitalisierung, Berlin, 2020.
- [BJK02] Bleek, W.-G.; Jeenicke, M.; Klischewski, R.: Developing Web-based Applications through e-Prototyping. In: Proceeding of the 26th Annual International Computer Software and Applications Conference (COMPSAC 2002). IEEE, New York, S. 609–614, 2002.

- [Bl56] Bloom, B. M. et al.: Taxonomy of educational objectives. Handbook 1: Cognitive domain. David McKay Company, New York, 1956.
- [Bo02] Bohner, G.: Einstellungen. In (Stroebe, W.; Jonas, K.; Hewstone, M., Hrsg.): Sozialpsychologie. Eine Einführung, 4. Aufl., Springer, Berlin und Heidelberg, S. 265–313, 2002.
- [BVH20] Blömer, L.; Voigt, C.; Hoppe, U.: Corona-Pandemie als Treiber digitaler Hochschullehre. In (Zender, R.; Ifenthaler, D.; Leonhardt, T., Hrsg.): DELFI 2020 – Die 18. Fachtagung Bildungstechnologien der Gesellschaft für Informatik e.V. Gesellschaft für Informatik e.V., Bonn, S. 343–348, 2020.
- [Ch20] Cheema, M. S.: Covid-19 revolutionising higher education: An educator’s viewpoint of the challenges, benefits and the way forward. *Life Sciences, Medicine and Biomedicine* 4/9, S. 1–6, 2020.
- [Do90] Doke, E. R.: An industry survey of emerging prototyping methodologies. *Information & Management* 18/4, S. 169–176, 1990.
- [Du20] Duong, V.; Luo, J.; Pham, P.; Yang, T.; Wang, Y.: The Ivory Tower Lost: How College Students Respond Differently than the General Public to the Covid-19 Pandemic. In: 2020 IEEE/ACM International Conference on Advances in Social Networks Analysis and Mining (ASONAM). IEEE, New York, S. 126–130, 2020.
- [Fe57] Festinger, L.: A Theory of Cognitive Dissonance. Stanford University Press, Stanford, 1957.
- [Fl84] Floyd, C.: A Systematic Look at Prototyping. In (Budde, R.; Kuhlenskamp, K.; Mathiassen, L.; Züllighhoven, H., Hrsg.): Approaches to Prototyping. Springer, Berlin und Heidelberg, S. 1–18, 1984.
- [GBH08] Gannod, G. C.; Burge, J. E.; Helmick, M. T.: Using the inverted classroom to teach software engineering. In: Proceedings of the 30th International Conference on Software Engineering (ICSE ’08). ACM, New York, S. 777–786, 2008.
- [Ha18] Hahnzog, S.: Coaching macht E-Learning lebendig: „Inverted-Classroom-Plus“. In (Heller, J.; Triebel, C.; Hauser, B.; Koch, A., Hrsg.): Digitale Medien im Coaching, Grundlagen und Praxiswissen zu Coaching-Plattformen und digitalen Coaching-Formaten. Springer, Berlin und Heidelberg, S. 165–172, 2018.

- [JBK03] Jeenicke, M.; Bleek, W.-G.; Klischewski, R.: Revealing Web User Requirements through e-Prototyping. In: Proceedings of the 15th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE'2003). Knowledge Systems Institute, Pittsburgh, S. 9–16, 2003.
- [LE13] Lockwood, K.; Esselstein, R.: The inverted classroom and the CS curriculum. In: Proceeding of the 44th ACM technical symposium on Computer science education (SIGCSE '13). ACM, New York, S. 113–118, 2013.
- [Lo13] Loviscach, J.: The Inverted Classroom: Where to Go from Here. In (Handke, J.; Kiesler, N.; Wiemeyer, L., Hrsg.): The Inverted Classroom Model. The 2nd German ICM-Conference – Proceedings. Oldenbourg Wissenschaftsverlag, München, S. 3–14, 2013.
- [Ma10] Mayring, P. Beltz Verlag, Weinheim und Basel, 2010.
- [Mo14] Mok, H. N.: Teaching tip: The flipped classroom. Journal of Information Systems Education 25/1, S. 7–11, 2014.
- [NS99] Noack, J.; Schienmann, B.: Objektorientierte Vorgehensmodelle im Vergleich. Informatik-Spektrum 22/3, S. 166–180, 1999.
- [Pe19] Persike, M.: Denn sie wissen, was sie tun: Blended Learning in Großveranstaltungen. In (Kauffeld, S.; Othmer, J., Hrsg.): Handbuch Innovative Lehre. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, S. 65–86, 2019.
- [PPS92] Pomberger, G.; Pree, W.; Stritzinger, A.: Methoden und Werkzeuge für das Prototyping und ihre Integration. Informatik Forschung und Entwicklung 7/2, S. 49–61, 1992.
- [RH60] Rosenberg, M. J.; Hovland, C.: Cognitive, affective and behavioural components of attitude. In (Rosenberg, M. J.; Hovland, C.; McGuire, W.; R.P., A.; Brehm, J., Hrsg.): Attitude organization and change: An analysis of consistency among attitude components. Yale University Press, New Haven, S. 1–14, 1960.
- [SB18] Schünemann, I.; Budde, J.: Hochschulstrategien für die Lehre im digitalen Zeitalter. Keine Strategie wie jede andere!, Arbeitspapier 38, Berlin, 2018.

- [SM11] Sarcletti, A.; Müller, S.: Zum Stand der Studienabbruchforschung, Theoretische Perspektiven, zentrale Ergebnisse und methodische Anforderungen an künftige Studien. *Zeitschrift für Bildungsforschung* 1/, S. 235–248, 8. Nov. 2011.
- [Ta12] Talbert, R.: Colleagues Inverted Classroom. *Colleagues 9/1 Article 7*, S. 1–4, 2012.
- [Tr10] Trowler, V.: Student engagement literature review. The Higher Education Academy, York, 2010.

Feedback und Assessment

Peer-Review als Katalysator im Lernprozess

Karsten Weicker¹

Abstract: Peer-Reviews werden seit geraumer Zeit in unterschiedlichen Lehrszenarien eingesetzt. In diesem Paper wird untersucht, inwieweit das Peer-Review die Auseinandersetzung mit den Inhalten eines Grundlagenmoduls in einem präszenzfreien Lehrszenario befördern kann. Dabei scheint in den Ergebnissen die Qualität der selbst erstellten Reviews einer der wichtigsten Einflussfaktoren für den Lernerfolg zu sein, während Experten-Feedback und weitere Faktoren deutlich untergeordnet erscheinen. Die Fähigkeit ausführliche Peer-Reviews zu verfassen geht einher mit dem Erwerb von fachlicher Kompetenz bzw. entsprechenden fachlichen Vorkenntnissen.

Keywords: Distanzlehre; Feedback; Diskussionskultur; Peer-Review; Lernerfolg

1 Einleitung

In der ersten Welle der Covid-19-Pandemie im Frühjahr 2020 wurden die Lehrenden der Hochschule unmittelbar in Szenarien der Fernlehre katapultiert, was eine ganze Reihe gewagter Leherexperimente nach sich gezogen hat. Dieser Beitrag beschreibt eines dieser Experimente und die daraus gezogenen Einsichten.

Der reine Vorlesungsanteil einer Lehrveranstaltung kann leicht in ein Distanzformat überführt werden, können doch mit relativ geringen Bordmitteln Screencasts produziert und so publiziert werden, dass diese asynchron den Studierenden zur Verfügung stehen. Dies kann als ein Schritt in Richtung Flipped Classroom [We21] sogar mit einem didaktischen Mehrwert einhergehen.

¹ HTWK Leipzig, Fakultät Informatik und Medien, Gustav-Freytag-Str. 42A, 04277 Leipzig, karsten.weicker@htwk-leipzig.de  <https://orcid.org/0000-0003-1077-2509>

Distanzformate für begleitende Seminare/Übungen sind schwieriger zu gestalten, haben sie doch häufig das Ziel der studentischen Reflexion und dienen dem Abgleich des eigenen Verständnisses von Konzepten, Aufgaben und Lösungswegen mit dem der Mitstudierenden. Als Präsenzformate stehen hierfür beispielsweise Votierübungen mit Vorrechnen der Lösungen durch Studierende an der Tafel oder kollaborative Lerngruppen [We07; We20] zur Verfügung. In jedem Fall geht das Seminar einher mit einem hohen Grad an Diskussionskultur. Im Frühjahr 2020 war der Ausgangspunkt die infrastrukturell begründete Befürchtung, dass sich synchrone Formate nicht schnell realisieren lassen. Folglich wurde ein Alternativkonzept entworfen, in welchem Peer-Reviews die Rolle der Seminare übernehmen.

Dabei versuchen wir aussagekräftige Argumente bezüglich der folgenden Thesen zu bekommen:

- F1** Durch den Einsatz von Peer-Reviews können bei Studierenden eine tiefe Auseinandersetzung mit Inhalten und damit auch gute Prüfungsergebnisse erreicht werden.
- F2** Experten-Feedback der Lehrkräfte auf studentische Abgaben ist essenziell für den Lernprozess und die erfolgreiche Prüfungsvorbereitung.
- F3** Werden die schwierigeren, spät im Semester gestellten Aufgaben bearbeitet und abgegeben, wirkt sich dies positiv auf die Prüfungsergebnisse aus.
- F4** Gute Programmierkompetenzen im Sinne des Computational Thinking wirken positiv auf den Lernprozess im betrachteten Fach „Algorithmen und Datenstrukturen“.
- F5** Die Erstellung ausführlicher Peer-Reviews geht einher mit dem Erwerb/-Vorhandensein von hoher Fachkompetenz.

2 Peer-Reviews in der Lehre

Peer-Reviews werden schon länger in Lehrveranstaltungen der Informatik eingesetzt. Ein starker Fokus liegt dabei auf der Programmierausbildung, wobei ganze Programme [RFT09; Li11] oder auch Concept-Maps für den Entwurf objektorientierter Programme [Tu10] begutachtet werden. Turner et al. [Tu10] berichten, dass Peer-Reviews das Lernen von Konzepten in größeren Zusammenhängen verbessern. Reily et al. [RFT09] zeigen, dass das Peer-Review von

den Studierenden angenommen wird und dass die Tätigkeit des Begutachtens die Lernleistung der Feedbackgebenden signifikant verbessert. Auch Li et al. [Li11] berichten von verbesserten Ergebnissen bei den Studierenden, die am Peer-Review teilnehmen.

Allgemein eignet sich das Peer-Review auch in der Informatik für schriftliche Arbeiten, beispielsweise in Oberseminaren [We07]. Gehringer [Ge01] hat es in acht verschiedenen Modulen der Informatik eingesetzt, in welchen die Studierenden das Konzept als hilfreich eingeschätzt haben. Liu et al. [Li01] ließen HTML-Dokumente in einem mehrstufigen Prozess begutachten und überarbeiten; sie berichten zwar von einer hohen Akzeptanz seitens der Studierenden, schließen allerdings aus ihren Daten, dass effektive Reviews keine ausreichende Vorbereitung für eine gute Note in der Prüfung darstellen. Machanick [Ma05] hat das Peer-Review für studentische Abgaben zu vorlesungsbegleitenden Tests eingesetzt und ebenfalls nur eine schwache Korrelation zur Abschlussprüfung identifiziert.

Während manche der vorstehenden Ansätze sowohl im Unterricht als auch als Hausaufgabe einsetzbar sind, seien hier noch Peer-Reviews erwähnt, die ausschließlich als Mittel der Interaktion in der Präsenzlehre dienen [NNP19]. Diesbezügliche Untersuchungen haben keine Relevanz für die Ergebnisse des vorliegenden Papers.

Unabhängig von der Informatik gibt es zahlreiche Studien und Veröffentlichungen zum Einsatz von Peer-Reviews in der Lehre. Topping [To98] berichtet, dass die Mehrheit der von ihm betrachteten Studien dem Peer-Review eine hohe Zuverlässigkeit attestiert, womit eine hohe inhaltliche Akzeptanz des Feedbacks unter den Peers gemeint ist. Das Literaturreview von Dochy et al. [DSS99] fasst 63 Studien hinsichtlich Fairness, inkonsistenter Gutachten und positiver Effekte für den Lernprozess zusammen. Unter den jüngeren Veröffentlichungen haben Nicol et al. [NTB14] den Einsatz der Technik in einem Ingenieursmodul mit Fragebögen begleitet und herausgefunden, dass das Peer-Review die Studierenden auf vielfache Weise aktiviert. Mulder et al. [MPB14] haben noch tiefgreifender durch mehrere Fragebögen untersucht, wie sich die Haltung der Studierenden durch das Peer Review verändert, wobei die Sinnhaftigkeit des Peer-Reviews in den vier betrachteten Fachgebieten teilweise radikal unterschiedlich beurteilt wurde.

3 Peer-Review statt Seminar

Im Sommersemester 2020 unterliegt die Lehrveranstaltung „Algorithmen und Datenstrukturen“ den folgenden Rahmenbedingungen:

- 4 Semesterwochenstunden (SWS) Vorlesung sind als 46 kleinteilige, thematisch abgeschlossene, vorproduzierte Screencasts aufbereitet,
- die Prüfungsvorleistung ist in der Prüfungsordnung vage als „Beleg und Präsentation“ formuliert und somit flexibel auslegbar,
- es gibt 12 Übungsblätter mit jeweils 4–5 Aufgaben (vor allem das händische Anwenden von Algorithmen, aber auch Laufzeitbetrachtungen, Analysen zu Sonderfällen und Transferaufgaben) und
- es gibt 3 Programmieraufgaben, von denen jeder Studierende mindestens eine so lösen muss, dass die unbekanntesten Testfälle erfüllt werden.

Anstatt des bisherigen Seminarkonzepts (Vorbereitung auf mindestens 70 % der Übungsaufgaben, mindestens einmaliges Vorrechnen an der Tafel) kommt ein asynchrones Peer-Review für die Auseinandersetzung mit unterschiedlichen Lösungen zum Einsatz.

Für jedes Übungsblatt müssen die Studierenden ihre Lösung entweder direkt am PC erstellen oder die handschriftliche Lösung per Scan/Foto digitalisieren und im Lernmanagementsystem Opal abgeben. (Opal ist eine Weiterentwicklung des Lernmanagementsystems OLAT durch das Bildungsportal Sachsen.) Nach Ablauf der Abgabefrist sind Abgaben von drei anderen Studierenden einsehbar und müssen innerhalb 72 Stunden kommentiert werden. Hierfür steht ein eher prototypischer Peer-Review-Baustein zur Verfügung, der immer nur eine andere studentische Abgabe zum Review zuordnet – erst nach deren Begutachtung kann man sich eine weitere Abgabe zuordnen lassen.

Kommentare zur eigenen Abgabe sind nur dann einsehbar, wenn selbst mindestens drei Abgaben von anderen Studierenden begutachtet und kommentiert wurden.

Jede ernsthaft bearbeitete Aufgabe eines Übungsblatts ergibt – ungeachtet der Korrektheit des Lösungsversuchs – einen Punkt für die Prüfungszulassung, wenn für das Übungsblatt drei Reviews für Abgaben von Mitstudierenden erstellt wurden. Es müssen insgesamt 34 Punkte über alle 12 Übungsblätter hinweg erreicht werden. Letztlich wurden für die Prüfungszulassung auch die Punkte einer freiwilligen Probeklausur wenige Wochen vor dem Ende der Vorlesungszeit berücksichtigt, was allerdings anfangs nicht so angekündigt

war und ein Entgegenkommen für die teilweise extremen und andersartigen Anforderungen der Pandemie darstellte.

Stichprobenartige Experten-Reviews der Lehrkräfte ergänzen die studentischen Peer-Reviews. Wegen der unterschiedlich hohen anderweitigen Lehrbelastung des involvierten Lehrpersonals hat die Hälfte der Studierenden Experten-Reviews zu einem Großteil der Aufgaben erhalten, während die andere Hälfte nur die ursprünglich geplanten, stichprobenartigen Rückmeldungen erhielt. Bei den Experten-Reviews handelt es sich in der Regel um Einzeiler pro Aufgabe, die die Korrektheit feststellen oder auf grundsätzliche Probleme in Lösungsweg oder Darstellung verweisen. Die Experten-Reviews sind ebenfalls nur dann einsehbar, wenn drei eigene Reviews erstellt werden.

Im Sommersemester 2020 stand für Rückfragen und den Austausch unter Studierenden bzw. zwischen Studierenden und Lehrkräften ein Forum im Lernmanagementsystem sowie alle ca. drei Wochen eine synchrone Fragestunde per Videokonferenz zur Verfügung. Die Prüfung konnte im Sommer 2020 als Klausur in Präsenz durchgeführt werden.

4 Studentische Einschätzung

In den Freitextkommentaren der studentischen Lehrevaluation werden die Peer-Reviews neun Mal in den Kategorien „Was hat Ihren Lernerfolg negativ beeinflusst?“ und „Was hätte in dieser Lehrveranstaltung besser gemacht werden können?“ erwähnt. Demgegenüber stehen fünf Nennungen bei „Was hat Ihren Lernerfolg positiv beeinflusst?“ und „Was hat Ihnen an dieser Lehrveranstaltung besonders gut gefallen?“.

Häufig wird der hohe Arbeitsaufwand angeführt (4×). Andere Teilnehmer bezeichnen die Reviews als „nicht hilfreich, eher nervig“, hinterfragen den Lerneffekt („Was mir bis jetzt unverständlich geblieben ist, ist der Lerneffekt dabei“, „hat mir beim Lernen nicht wirklich geholfen“, „wozu die studentische Kontrolle?“) und zeigen Unzufriedenheit mit den erhaltenen Reviews („Die Reviews fand ich bis zum Schluss eher mittelmäßig, da die Bearbeitung meist eher schlecht ausfiel und man als Leistungsstärkerer selten selber etwas lernen konnte“, „Reviews hatten wahrscheinlich nicht genau den Effekt, den sie haben hätten sollten. Viele schrieben nur ‚habe alles genauso‘, obwohl eine Aufgabe komplett fehlte“).

Zwei Kommentaren wägen Nutzen und hohen Aufwand ab („mit den Reviews weiß ich nicht recht, gab zwar schon Fälle, wo ich es hilfreich fand, aber oft war es dann auch noch mehr Arbeit“ vs. „viel Arbeit, aber auch wirklich effektiv und wirkungsvoll“).

Zwei positive Anmerkungen zum Peer-Review würdigen die Auseinandersetzung mit anderen Abgaben („Die Peer-Reviews sind sehr hilfreich, da man sich noch einmal mit den Aufgaben beschäftigt und Lösungen von anderen sehen kann“, „das Peer-Review hat bei mir manchen Aha-Effekt ausgelöst“).

Bezüglich der Durchschnittswerte der Lehrevaluation bewegt sich die Lehrveranstaltung im Bereich der beiden vorherigen Evaluationen (Tabelle 1). Es haben sich 42 von 106 Teilnehmern beteiligt. Ferner gibt die Mehrheit an, dass in dieser Lehrveranstaltung der Lernerfolg durch die Umstellung auf das digitale Lehrformat positiv beeinflusst wurde (20 % „sehr positiv“, 37,1 % „eher positiv“). Nur 14,3 % sehen die Umstellung „eher negativ“, die restlichen 28,6 % nahmen keine Auswirkung auf den Lernerfolg wahr.

Tab. 1: Ergebnisse der studentischen Lehrevaluation – 2020 mit Peer-Reviews und 2016/19 mit der klassischen Durchführung der Seminare/Übungen.

| | 2016 | 2019 | 2020 |
|---|------|------|------|
| Insgesamt bewerte ich diese Vorlesung mit der Note ... | 1,8 | 1,5 | 1,5 |
| Diese Lehrveranstaltung fördert mein Interesse an dem Thema (1 = stimme voll zu, 5 = stimme gar nicht zu) | 2,0 | 1,9 | 1,9 |
| Ich habe in dieser Vorlesung ein tiefes Verständnis für den Stoff gewonnen (1 = stimme voll zu, 5 = stimme gar nicht zu) | 2,0 | 1,8 | 1,9 |

5 Daten & Methodik

Anhand der anonymisierten Daten aus der Lehrveranstaltung „Algorithmen und Datenstrukturen“ wird im Weiteren überprüft, als wie stichhaltig sich die Thesen F1–F5 in der beschriebenen Lehrsituation erwiesen haben.

5.1 Erhobene Daten

Für jeden Teilnehmer liegen die folgenden Daten vor, welche die Basis für die Untersuchungen in den Abschnitten 6 und 7 liefern.

- P:** Punktzahl der Prüfungszulassung, die durch Übungsaufgaben und Reviews erreicht wurde [5–58, Median: 37]
- ΔB:** Spanne der bearbeiteten Übungsblätter $\#_{\text{letztes}} - \#_{\text{erstes}} + 1$ [1–12, Median: 10]
- #oR:** Anzahl der selbst bearbeiteten Blätter, für die keine Reviews anderer Abgaben erstellt wurden [0–5, Median: 1]
- #R:** Anzahl der erstellten Reviews [3–58, Median: 26,5]
- QR:** Durchschnittswert der Qualität der erstellten Reviews – diese wurden im Nachhinein manuell in drei Klassen eingeteilt (1 = oberflächlich, 2 = akzeptabel, 3 = spezifisch/detailliert) [1–2,424, Median: 1,418]
- E:** Teilnehmer war in der Gruppe mit Experten-Feedback [0/1]
- Pr✓:** Nummer der ersten erfolgreich bewältigten Programmieraufgabe [1–3, Median: 1]
- #Pr:** Anzahl der bearbeiteten Programmieraufgaben [1–3, Median: 1]
- Z:** Erhalt der Prüfungszulassung [0/1]
- N:** Note in der Prüfung, falls teilgenommen [1,0; 1,3; 1,7; ...; 4,0; 5,0; Median: 2,0]

Im Abschnitt 8 werden diese Daten zusätzlich in Beziehung gesetzt zur Qualität der studentischen Abgaben im Übungsbetrieb – einer Größe, die nicht systematisch während des Semesters erhoben wurde. Daher wird dort auf eine Maßzahl zurückgegriffen, die für Studierende mit Experten-Feedback ($E = 1$) bezüglich der Übungsblätter 3–6 und 8 vorliegt:

- QA:** Qualität der Abgaben als Punkte von fünf Übungsblättern (pro Aufgabe: korrekt = 1 Punkt, kleinere Mängel = 0,5, falsch = 0) [2 – 24,5, Median: 17,5]

Insgesamt liegen Daten von 107 Studierenden vor. In die meisten Untersuchungen gehen allerdings nur die Daten der 91 Studierenden ein, die direkt im Sommersemester 2020 die Prüfungszulassung erworben und an der ersten Prüfung nach der Lehrveranstaltung teilgenommen haben, da nur von diesen Studierenden eine Note im Modul vorliegt. Die Informationen zur Qualität der Abgaben (QA) liegen nur von 47 der 91 Studierenden vor. Vollständig

Unberücksichtigt bleiben 26 Prüflinge mit einer älteren Prüfungszulassung, da sie nicht den Peer-Review absolviert haben.

5.2 Methodik

Diese Untersuchung zielt wesentlich darauf ab, festzustellen, ob sich in den Daten Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Faktoren des Lehr-/Lernverhaltens und dem Abschluss des Moduls erkennen lassen. Dabei wird als Indikator für den Erfolg die Note der Präsenzklausur als objektives Kriterium herangezogen – auch wenn Prüfungsangst und die beschränkte Kompetenzmessung durch Klausuren seine Aussagekraft mindern.

Die Faktoren des Lehr-/Lernverhaltens ergeben sich oft direkt aus den erhobenen Metriken. So kann beispielsweise aus einer großen Spanne der bearbeiteten Übungsblätter (ΔB) in Verbindung mit einer hohen Punktzahl (P) ein hoher Grad an Disziplin oder ein großes Interesse am Fach abgeleitet werden. Wurden jedoch zu den selbst bearbeiteten Übungsblättern keine Reviews ($\#oR$) angefertigt, spricht dies für eine gewisse Nachlässigkeit, da weder Feedback noch Punkte resultieren. Ein anderes Beispiel sind die Programmieraufgaben: Mehrere Versuche ($\#Pr$) und später Erfolg ($Pr\checkmark$) legen Probleme im Computational Thinking oder der Programmierkompetenz nahe. Auf diese und weitere Faktoren wird im Rahmen der Analyse genauer eingegangen.

Grundsätzlich ist bei der Auswahl der Indikatoren maßgebend, dass sie keine direkte Aussage zur Korrektheit typischer Prüfungs-/Übungsaufgaben enthalten. Dies soll die objektive Beurteilung der verschiedenen Lehr-/Lernfaktoren und des didaktischen Konzepts ermöglichen und verfälschende Tendenzen in den Indikatoren verringern. Aus diesem Grund bleiben auch die Punkte aus dem Ergebnis der Probeklausur unberücksichtigt und der Indikator P enthält nur die Punkte aus den Peer-Reviews.

Um auch komplexe Einflüsse aus der Kombination mehrerer Indikatoren zu erfassen, kommen neben klassischen Methoden der Statistik auch zwei Algorithmen des Machine Learning zum Einsatz.

6 Analyse der Daten

Zum besseren Verständnis der Datenbasis und als erster Analyseschritt werden die Daten mit einfachen statistischen Methoden sowie einem Clustering-Algorithmus untersucht.

6.1 Korrelationen

Tabelle 2 zeigt die Korrelationswerte zwischen den verschiedenen Rohdaten. So besteht beispielsweise eine moderate Korrelation zwischen der Anzahl der bearbeiteten Programmieraufgaben und der ersten erfolgreichen Abgabe.

Ein großes Korrelations-Cluster mit vornehmlich moderaten Korrelationen spiegelt die enge Verzahnung der Anzahl der Reviews $\#R$, den spät bearbeiteten Übungsblättern ΔB , der erreichten Gesamtpunktzahl P und der Zulassung Z wider. Aus diesen Attributen weist allerdings einzig die Punktzahl eine schwache (negative) Korrelation zur Note in der Prüfung auf, d. h. große Punktzahlen gehen einher mit kleinen, sprich: besseren, Notenwerten. Die einzige weitere nennenswerte, allerdings ebenfalls schwache negative Korrelation besteht zwischen der Note und der Qualität der Reviews – dies stützt schwach die These F1.

6.2 Daten-Cluster

Um stärker das Zusammenwirken aller erfassten Attribute zu berücksichtigen, haben wir mit dem Expectation-Maximization-(EM-)Algorithmus [RN20, S. 737 ff.] alle Studierenden in Cluster eingeteilt und die Studierenden mit ähnlichen Werten in den Rohdaten zusammengefasst. Dies soll einen Einblick in typische Vorgehensweisen der Studierenden sowie die resultierenden Noten in der Prüfung geben. Tabelle 3 zeigt die sieben ermittelten Cluster mit ihren Zentroiden und der Notenverteilung.

Die meisten Noten „sehr gut“ gehören zum Cluster 4 und gehen einher mit vielen bearbeiteten Übungsblättern, Punkten und Reviews; die Reviews sind hochwertig und werden zuverlässig erbracht; auch die Programmierfertigkeit ist gut.

Tab. 2: Korrelationswerte zwischen den Attributen der erfassten Rohdaten

| | N | E | Z | #R | QR | P | ΔB | #oR | Pr✓ | #Pr |
|------------|--------|--------|--------------|--------------|--------|--------------|------------|--------|--------------|-----|
| N | 1 | | | | | | | | | |
| E | 0,036 | 1 | | | | | | | | |
| Z | Div/0 | 0,141 | 1 | | | | | | | |
| #R | -0,195 | -0,085 | 0,530 | 1 | | | | | | |
| QR | -0,419 | -0,166 | 0,141 | 0,246 | 1 | | | | | |
| P | -0,446 | -0,039 | 0,620 | 0,874 | 0,366 | 1 | | | | |
| ΔB | -0,086 | 0,143 | 0,589 | 0,680 | 0,134 | 0,734 | 1 | | | |
| #oR | 0,177 | 0,236 | 0,018 | -0,500 | -0,354 | -0,397 | 0,076 | 1 | | |
| Pr✓ | 0,149 | -0,001 | Div/0 | -0,029 | -0,281 | -0,165 | 0,043 | 0,052 | 1 | |
| #Pr | 0,003 | 0,140 | 0,115 | 0,220 | -0,065 | 0,176 | 0,198 | -0,029 | 0,617 | 1 |

Tab. 3: Cluster der Rohdaten als Ergebnis des EM-Algorithmus. Auffallend große (und im unteren Teil auch kleine) Werte sind in jeder Zeile markiert

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----------------|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| Note: sehr gut | 1,186 | 1,803 | 2,620 | 12,381 | 1,185 | 6,387 | 2,437 |
| gut | 1,094 | 15,219 | 14,923 | 2,368 | 4,113 | 2,022 | 3,261 |
| befriedigend | 1,554 | 1,069 | 1,243 | 1,847 | 5,999 | 1,076 | 8,214 |
| ausreichend | 8,267 | 1,080 | 2,042 | 1,241 | 2,584 | 3,287 | 1,501 |
| ungenügend | 1,089 | 1,040 | 2,183 | 1,114 | 4,028 | 3,013 | 1,534 |
| Anteil E | 0,165 | 0,919 | 0,097 | 0,229 | 0,884 | 0,906 | 0,514 |
| #R | 27,159 | 28,401 | 26,393 | 30,425 | 24,436 | 20,287 | 27,672 |
| QR | 1,362 | 1,601 | 1,640 | 1,858 | 1,222 | 1,250 | 1,368 |
| P | 34,527 | 43,917 | 39,289 | 47,308 | 34,339 | 32,576 | 40,690 |
| ΔB | 9,743 | 10,277 | 9,139 | 10,789 | 9,532 | 10,055 | 9,810 |
| #oR | 1,622 | 0,674 | 0,649 | 0,288 | 1,058 | 2,917 | 0,389 |
| Pr✓ | 2,165 | 1,334 | 1,549 | 1,173 | 1,076 | 2,356 | 2,881 |
| #Pr | 1,432 | 1,660 | 1,616 | 1,352 | 1,000 | 2,284 | 2,723 |

Cluster 2 und 3 repräsentieren vornehmlich Studierende mit der Note „gut“. Beide Cluster haben ein auffallend ähnliches Profil mit hoher Punktzahl und eher ausführlichen Reviews – der einzige ausgesprochen markante, große Unterschied ist das Experten-Feedback. Dies ist ein starker Hinweis darauf, dass F2 falsch sein könnte und der Einfluss des Experten-Feedbacks auf die Note nur marginal ist.

Cluster 7 vereinigt Studierende, für welche die Programmieraufgabe eine große Herausforderung darstellt, die aber dennoch bei den Reviews Zuverlässigkeit bewiesen haben und zumeist mit der Prüfungsnote „befriedigend“ belohnt wurden.

Spannend ist das Cluster 6, dessen Studierende in der Programmieraufgabe eine Herausforderung sahen und viel Experten-Feedback erhielten, aber nur das Notwendigste bzgl. Punkten, Reviews und Reviewqualität geleistet haben. Die resultierenden Noten sind entweder „sehr gut“ oder „ausreichend“/„ungenügend“.

Studierende in Cluster 5 sind gute Programmierer, aber eher oberflächliche Reviewer; dafür erzielten sie vornehmlich Noten im Spektrum „gut“ bis „ungenügend“.

Cluster 1 wird durch die vorherrschenden Note „ausreichend“, wenig Experten-Feedback, viele versäumte Reviews und späte Erledigung der Programmieraufgabe bestimmt.

6.3 Hauptkomponentenanalyse

Schon bei der Betrachtung der Korrelationen hat sich angedeutet, dass verschiedene Attribute einen starken Zusammenhang aufweisen. Daher wird hier nochmals tiefgehender untersucht, welche kombinierten Vektoren die Punktwolke ohne Betrachtung der Prüfungsnote aufspannen. Tabelle 4 zeigt die Ergebnisse.

So können über die fünf wichtigsten Hauptkomponenten definierende Verhaltensweisen in der Menge der Studierenden mit abnehmender Bedeutung aufgezeigt werden:

Nachlässigkeit (PC1): wenig Punkte, wenig Reviews und viele fehlende Reviews

Mängel im Computational Thinking (PC2): Erfolg bei später Programmieraufgabe, mehrere Programmieraufgaben

Tab. 4: Die fünf wichtigsten Hauptkomponenten in den Daten ohne Note und Zulassung.

| | PC1 | PC2 | PC3 | PC4 | PC5 |
|-------------------------|---------------|---------|---------|---------|---------|
| Experten-Feedback E | 0,1511 | 0,1951 | 0,6538 | 0,2657 | -0,6247 |
| Anzahl Reviews #R | -0,5265 | 0,0882 | 0,0606 | 0,2506 | 0,2008 |
| Qualität Reviews QR | -0,3089 | -0,2742 | -0,1825 | -0,6563 | -0,5484 |
| Punkte P | -0,5511 | 0,0118 | 0,1525 | 0,0418 | 0,0029 |
| Spanne Blätter ΔB | -0,2886 | 0,1972 | 0,5668 | -0,4287 | 0,3593 |
| Blätter ohne Review #oR | 0,4497 | 0,0335 | 0,2763 | -0,4702 | 0,2236 |
| erfolgr. Prog. Pr✓ | 0,0711 | 0,6487 | -0,2768 | -0,1406 | 0,0917 |
| Anzahl Prog. #Pr | -0,1013 | 0,6465 | -0,1952 | -0,0973 | -0,2848 |
| Wichtigkeit (sdv) | 1,6822 | 1,3379 | 1,1274 | 0,8906 | 0,8105 |

Wertschätzung von Experten-Feedback (PC3): regelmäßiges Experten-Feedback, auch späte Blätter bearbeitet

Reviews ohne Tiefgang (PC4): niedrige Reviewqualität, wenig fehlende Reviews, wenig bearbeitete Blätter

Suchende (PC5): kein regelmäßiges Experten-Feedback, geringe Reviewqualität, auch späte Blätter bearbeitet

Erstaunlicherweise ist die Reviewqualität im Gegensatz zur hohen Korrelation zur Note ein untergeordneter bestimmender Faktor in den restlichen Daten (erst in PC4 und PC5).

Möchte man den typischen Verhaltensweisen Cluster zuordnen, so repräsentiert

- für PC1 Cluster 6 das untere Ende und Cluster 4 das obere Ende des Spektrums,
- für PC2 Cluster 7 unten und Cluster 5 oben,
- für PC3 Cluster 2/6 unten und Cluster 3 oben,
- für PC4 Cluster 7 unten und (jeweils mit Abstrichen) Cluster 3/4 oben sowie
- für PC5 kein Cluster komplett die Enden – am ehesten Cluster 1 das untere Ende.

7 Vorhersagekraft des Peer-Reviews

Die reine Datenanalyse liefert bereits einige Hinweise, dass F1 positiv beantwortet werden kann. Um insbesondere auch für F2, F3 und F4 komplexere Abhängigkeiten der Note von den verschiedenen Eingangsdaten zu analysieren, soll in diesem Abschnitt über zwei Machine-Learning-Modelle erfasst werden, wie genau eine wenigstens gute Note ($\leq 2,3$) prognostiziert werden kann und welche Abhängigkeiten die Modelle dafür benutzen.

Abbildung 1 zeigt einen Entscheidungsbaum, welcher 82 der 91 Studierenden richtig einordnet. Der Entscheidungsbaum wurde mit dem C4.5-Algorithmus in der Implementation J48graft pruned [We99] schrittweise durch Einfügen von Entscheidungsknoten erstellt und durch Ausdünnen (pruning) schlank gehalten. Die Prognosefähigkeit kann durch die 10-fache Kreuzvalidierung ermesen werden, welche mit 10 ähnlichen Modellen auf Basis von jeweils 90 % der Daten eine korrekte Klassifikation von 68,13 % erreicht.

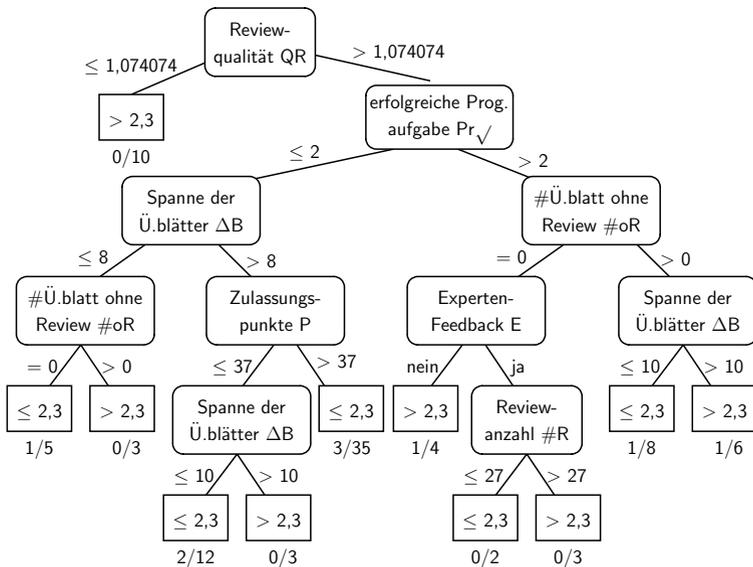


Abb. 1: Entscheidungsbaum (J48graft pruned) zur Prognose, ob wenigstens eine Note 2,3 erreicht wird. An jedem Blatt ist die #Fehlklassifikationen/#Gesamtklassifikationen annotiert.

Das Modell kann durch Reviewqualität und die frühe Bearbeitung der Programmieraufgabe bereits 10 schlechte und 46 gute Noten richtig zuordnen. Im

linken Teilbaum unterhalb der zweiten Ebene können über die Bedingungen „wenig Übungsblätter, aber fehlende Reviews“ sowie „viele Übungsblätter bei wenig Punkten“ noch sechs der insgesamt 12 schlechten Noten im Teilbaum richtig klassifiziert werden. Der rechte Teilbaum unterhalb der zweiten Ebene ist schwerlich interpretierbar, lässt aber bezüglich des Experten-Feedbacks vermuten, dass gewissenhafte Studierende (Ebene 3) mit Schwierigkeiten im Computational Thinking (Ebene 2) von Experten-Feedback ggf. mehr profitieren können als von eigenen Reviews.

Ein mit dem Alternating Decision Tree (AD-Tree) erstelltes Modell in Abbildung 2 kann zwar lediglich 76 der 91 Klausurergebnisse richtig einordnen, hat aber in der Kreuzvalidierung mit 69,23 % Trefferquote eine leicht bessere Vorhersagekraft.

```
(1)reviewquality < 1,079: 1,315
(1)reviewquality >= 1,079: -0,175
| (9)reviewquality < 1,225: -0,71
| (9)reviewquality >= 1,225: 0,12
| | (10)reviewquality < 1,289: 0,728
| | (10)reviewquality >= 1,289: -0,129
(2)zulassungspunkte < 37,5: 0,426
(2)zulassungspunkte >= 37,5: -0,331
| (5)reviewzahl < 27,5: -0,591
| | (7)reviewquality < 1,155: 0,703
| | (7)reviewquality >= 1,155: -0,836
| (5)reviewzahl >= 27,5: 0,155
| | (6)zulassungspunkte < 43,5: 0,901
| | (6)zulassungspunkte >= 43,5: -0,363
(3)ersteerfolgreicheproga < 2,5: -0,26
(3)ersteerfolgreicheproga >= 2,5: 0,477
| (8)reviewquality < 1,328: 0,539
| (8)reviewquality >= 1,328: -0,26
(4)reviewquality < 1,877: 0,135
(4)reviewquality >= 1,877: -0,868
```

Abb. 2: AD-Tree für die Vorhersage der Note $\leq 2,3$. Summen kleiner als Schwellwert $-0,253$ entsprechen einer besseren Note .

Bemerkenswert ist an diesem Modell, dass es ausschließlich die Qualität der Reviews, die Anzahl der Reviews, die erreichten Punkte bei der Zulassung und die erste erfolgreich bewältigte Programmieraufgabe benutzt. Dies unterstreicht den Einfluss, den eine gute Auseinandersetzung mit anderen Lösungen auf den Erfolg haben kann. Die Einflussfaktoren entsprechen vornehmlich den Hauptkomponenten PC1, PC4 und PC2.

Das Ergebnis des Modells ist in tabellarischer Form in Tabelle 5 aufbereitet. Übertreffende Reviewqualität bzw. schlechte Reviewqualität (in Verbindung mit gutem Computational Thinking) ist dort ein guter Gradmesser für eine gute Note. Im mittleren Bereich der Reviewqualität scheint gutes Computational Thinking positiv und das Weglassen vieler Aufgaben (viele Reviews, aber mittelmäßig viele bis wenig Punkte) negativ zu wirken.

Tab. 5: Einordnung der Studierenden im AD-Tree, wobei + für die Noten „sehr gut“ und „gut“ steht und – für eine schlechtere Note. Bei den Zulassungspunkten unterscheiden wir die Bereiche hoch (↑), mittel (→) und niedrig (↓), bei der Anzahl der Reviews niedrig (↓) und hoch (↑).

| Prog.aufgabe | | früh | | | | spät | | | |
|----------------|---------------|------|---|-------|-----|------|---|-------|-----|
| | | ↑ | → | ↑ / → | ↓ | ↑ | → | ↑ / → | ↓ |
| Reviewqualität | Punkte | ↑ | → | ↑ / → | ↓ | ↑ | → | ↑ / → | ↓ |
| | #Reviews | ↑ | ↑ | ↓ | ↑/↓ | ↑ | ↑ | ↓ | ↑/↓ |
| | < 1,079 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| | 1,079 – 1,155 | + | + | + | + | + | – | – | – |
| | 1,155 – 1,225 | + | + | + | + | + | – | + | – |
| | 1,225 – 1,289 | – | – | + | – | – | – | – | – |
| | 1,289 – 1,328 | + | – | + | – | – | – | + | – |
| | 1,328 – 1,877 | + | – | + | – | + | – | + | – |
| | ≥ 1,877 | + | + | + | + | + | – | + | + |

8 Unabhängigkeit der Review-Fähigkeit

Der Einfluss einzelner didaktischer Maßnahmen auf den Lernprozess lässt sich naturgemäß nur schwer isolieren. So stellt sich auch im Kontext dieser Untersuchung die Frage, ob nicht einfach die Review-Fähigkeit an der fachlichen Kompetenz der Studierenden hängt. Anders formuliert: Falls nur die sowieso guten Studierenden in der Lage sind, ausführliche Reviews zu schreiben, könnte eine hohe Korrelation zwischen der Qualität der Reviews und der Note in der Klausur fälschlicherweise zugunsten der Methode des Peer-Reviews interpretiert werden.

Dies lässt sich im ausschließlichen Kontext der betrachteten Lehrveranstaltung nur schwer beantworten, da sich der Zugewinn an Wissen und Kompetenzen in der Veranstaltung kaum von grundsätzlichen kognitiven Vorteilen trennen lässt. Daher ist die These F5 so formuliert, dass sie bewusst beide Richtungen des Einflusses umfasst. Trotzdem soll im Weiteren genauer differenziert werden. Es sei an dieser Stelle auch daran erinnert, dass das Peer-Review keine klassische Korrektur von Lösungsaufgaben darstellt, die in jedem Fall an Fachwissen gekoppelt wäre. Stattdessen soll ein Abgleich mit der eigenen Abgabe stattfinden („habe ich auch so“, „ist gut erklärt“, „ich verstehe deine Argumentation nicht“ oder „in dem Teilschritt ist ein Fehler enthalten“), welcher deutlich niederschwelliger durchführbar ist.

Die Unabhängigkeit der Review-Fähigkeit wird anhand der im Experten-Review vorhandenen Beurteilung der studentischen Abgaben (QA) begutachtet, die für 47 Studierende vorliegt.

Tabelle 6 zeigt die Korrelationen der Review- und Abgabequalität untereinander und mit der Note. Dabei wird deutlich, dass die höchste Korrelation zwischen der Abgabequalität und der Note vorliegt. Zwischen Reviewqualität und Abgabequalität kann lediglich eine moderate Korrelation beobachtet werden.

Tab. 6: Paarweise Korrelationen der Klausurnote, Review- und Abgabequalität

| | Note | Reviewqualität |
|----------------|-------------|-----------------------|
| Reviewqualität | -0,480 | |
| Abgabequalität | -0,690 | -0,545 |

Um einen besseren Einblick in die Beziehung der beiden Qualitätsattribute zueinander zu bekommen, sind in Abbildung 3 die beiden Werte gegeneinander abgetragen und zusätzlich durch Symbole den Notenwerten zugeordnet. Der Abbildung lassen sich folgende Beobachtungen entnehmen, die wir nachfolgend genauer interpretieren:

1. Es gibt keine Studierenden mit hoher Reviewqualität und niedriger Qualität der eigenen Abgaben.
2. Für Studierende mit hoher Abgabequalität scheint die Notenverteilung zwischen „gut“ und „sehr gut“ unabhängig von der Reviewqualität zu sein.

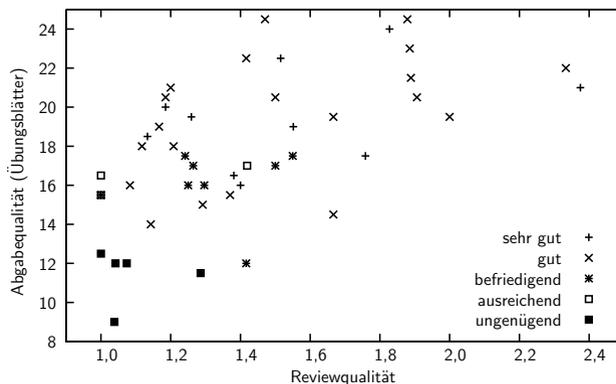


Abb. 3: Qualität der Reviews und Abgaben für die 47 betrachteten Studierenden.

3. Für Studierende mit geringerer Abgabequalität scheint es ansatzweise ein Notengefälle entlang der Reviewqualität zu geben.

Dabei stützt (1) eindeutig die These F5, wobei die Kausalität offen bleibt – in jedem Fall fertigen schlechtere Studierende keine ausführlichen Reviews an, ohne sich dadurch auch fachlich zu verbessern.

Der unterschiedliche Einfluss der Reviewqualität in (2) und (3) wurde für die entsprechenden Teilmengen als Korrelationen in Tabelle 7 genauer analysiert. Dies zeigt, dass sich die Reviewqualität für die schlechteren Studierenden mit einer moderaten Korrelation zur Note deutlich vom Wert der besseren Studierenden abhebt. Dazu kommt noch ein wesentlich geringerer Korrelationswert zwischen Abgabe- und Reviewqualität. Dies legt die Schlussfolgerung nahe, dass die Reviewqualität durchaus ein Faktor im Lernprozess darstellt und auch die fachliche Entwicklung des Feedback-Gebenden unterstützt.

9 Ergebnisse

Die These **F1**, dass das Peer-Review in der Lehre ein Mechanismus für die tiefe Auseinandersetzung mit Inhalten sein kann, wird verschiedentlich gestützt: Die Qualität der Reviews (QR) ist die einzige nicht-triviale Korrelation zur Note, die Notenverteilung in den drei Clustern mit den qualitativ hochwertigsten Reviews weist überdurchschnittlich viele Noten „gut“ und „sehr gut“ auf und die Prognosemodelle zeigen, dass durchgängig schlechte Reviewqualität mit

Tab. 7: Korrelationen in Abhängigkeit von der Abgabequalität

| (a) Teilnehmer mit Abgabequalität ≥ 18 | | |
|---|--------|----------------|
| | Note | Reviewqualität |
| Reviewqualität | -0,048 | |
| Abgabequalität | 0,042 | 0,447 |

| (b) Teilnehmer mit Abgabequalität < 18 | | |
|--|--------|----------------|
| | Note | Reviewqualität |
| Reviewqualität | -0,542 | |
| Abgabequalität | -0,506 | 0,354 |

schlechten Noten einhergeht. Während die Hauptkomponentenanalyse zeigt, dass die Qualität der Reviews wenig mit anderen Merkmalen zusammenhängt, zeigt das Modell des AD-Trees, dass QR kein alleiniger Indikator sein kann, da sie beispielsweise bei vielen Reviews in Verknüpfung mit mäßiger Punktzahl eher negativ zu wirken scheint.

Die These **F2**, dass sich Experten-Feedback (E) auf studentische Abgaben positiv auswirkt, bleibt ungeklärt. So zeigt zwar das Prognosemodell J48, dass es Situationen gibt, in denen Studierende davon profitieren können, der Faktor spielt jedoch keine Rolle im AD-Tree-Modell und in den Korrelationen. Auch bei der Clusteranalyse belegen die Cluster 2 und 3 sowie Cluster 6 einen höchstens untergeordneten Einfluss von (E).

Der positive Einfluss von der Bearbeitung später Übungsaufgaben (ΔB , These **F3**) scheint in schwacher Form gegeben zu sein: So zeigen die Cluster mit späten Übungsaufgaben (2, 4, 6) einen hohen Anteil sehr guter und guter Noten, auch wenn das J48-Modell eine starke Abhängigkeit von anderen Faktoren nahe legt. Die Korrelationen können diesen Einfluss zwar nicht direkt belegen, aber ΔB ist mit P stark korreliert und P hat im AD-Tree-Modell einen hohen Einfluss bei ordentlicher Reviewqualität QR. Das unscharfe Bild rührt vermutlich auch von den gemischten Motivationen, die letzten Übungsaufgaben zu bearbeiten: Interesse am Lehrstoff vs. letzte Möglichkeit zur Prüfungszulassung.

Selbst in einem Fach wie „Algorithmen und Datenstrukturen“ scheint der Einfluss von Vorkenntnissen im Computational Thinking (Pr \checkmark , These **F4**) schwächer ausgeprägt zu sein, als üblicherweise angenommen wird: Es liegt

keine Korrelation zur Note vor und auch Cluster 5 zeigt, dass die Studierenden mit gutem Computational Thinking und oberflächlichen Reviews (QR) vornehmlich Noten im mittelmäßigen Bereich und die höchsten Durchfallquoten aufweisen. Die unterschiedliche Anzahl der „+“ im linken und rechten Block von Tabelle 5 zeigt hingegen deutlich, dass es einen Einfluss gibt, wobei die Struktur des J48-Baums mit $\text{Pr}\checkmark$ in der zweiten Ebene zeigt, dass der Faktor stark mit anderen Faktoren interagiert.

Abschnitt 8 legt nahe, dass die These **F5** wahr ist – allerdings muss man dies differenziert betrachten. Studierende mit guten Vorkenntnissen ziehen kaum oder wenig Vorteile aus dem Peer-Review, aber die restlichen Studierenden können davon profitieren und sich fachlich entsprechend weiterentwickeln.

10 Fazit und Ausblick

Die Analyse zeigt im Kontext des pandemiebedingt aus der Not geborenen Lehrexperiments, dass ein tiefgründig ausgeführtes, studentisches Peer-Review einen großen Einflussfaktor auf den Lernprozess bildet. Allerdings scheint der A-Priori-Wissenstand mitzubestimmen, welche Studierenden davon profitieren können, wobei der Einfluss bei den besseren Studierenden eher geringer zu sein scheint. Das Experten-Feedback und die Bearbeitung von Übungsaufgaben gegen Ende des Semesters scheinen als Faktoren deutlich untergeordnet zu sein. Zumindest im Falle der Lehrveranstaltung „Algorithmen und Datenstrukturen“ ist das Computational Thinking ein – wenn auch nicht dominierender – Einflussfaktor. Inwieweit die Technik des Peer-Reviews generell auch in anderen Lehrsituationen hilfreich sein kann, muss in weiteren Untersuchungen analysiert werden.

Die Analyse wurde mit R^2 und WEKA [Ha09] durchgeführt.

2 R: A Language and Environment for Statistical Computing. <https://www.r-project.org/>, letzter Zugriff: 16.01.2023

Literaturverzeichnis

- [DSS99] Dochy, F.; Segers, M.; Sluijsmans, D.: The use of self-, peer and co-assessment in higher education: A review. *Studies in Higher Education* 24/3, S. 331–350, 1999.
- [Ge01] Gehringer, E. F.: Electronic peer review and peer grading in computer-science courses. In (Walker, H. M.; Mccauley, R. A.; Gersting, J. L.; Russell, I., Hrsg.): *Proceedings of the thirty-second SIGCSE technical symposium on Computer Science Education (SIGCSE '01)*. ACM, New York, S. 139–143, Feb. 2001.
- [Ha09] Hall, M. A.; Frank, E.; Holmes, G.; Pfahringer, B.; Reutemann, P.; Witten, I. H.: The WEKA data mining software: an update. *SIGKDD Explorations Newsletter* 11/1, S. 10–18, 16. Nov. 2009.
- [Li01] Liu, E. Z.-F.; Lin, S. S. J.; Chiu, C.-H.; Yuan, S.-M.: Web-based peer review: the learner as both adapter and reviewer. *IEEE Transactions on Education* 44/3, S. 246–251, 2001.
- [Li11] Li, C.; Dong, Z.; Untch, R. H.; Chasteen, M.; Reale, N.: PeerSpace – An Online Collaborative Learning Environment for Computer Science Students. In: *2011 IEEE 11th International Conference on Advanced Learning Technologies*. IEEE, Washington, D. C., S. 409–411, Juli 2011.
- [Ma05] Machanick, P.: Peer Assessment for Action Learning of Data Structures and Algorithms. In (Young, A.; Tolhurst, D., Hrsg.): *Proceedings of the 7th Australasian Conference on Computing Education (ACE '05)*. Australian Computer Society, Darlinghurst, S. 73–82, 2005.
- [MPB14] Mulder, R. A.; Pearce, J. M.; Baik, C.: Peer review in higher education: Student perceptions before and after participation. *Active Learning in Higher Education* 15/2, S. 157–171, 2014.
- [NNP19] Nazir, S.; Naicken, S.; Paterson, J. H.: Teaching Data Structures through Group Based Collaborative Peer Interactions. In (Rahimi, E.; Stikkolorum, D. R., Hrsg.): *Proceedings of the 8th Computer Science Education Research Conference (CSERC '19)*. ACM, New York, S. 98–103, 2019.

- [NTB14] Nicol, D.; Thomson, A.; Breslin, C.: Rethinking feedback practices in higher education: a peer review perspective. 39/1, S. 102–122, 2014.
- [RFT09] Reily, K.; Finnerty, P. L.; Terveen, L. G.: Two peers are better than one: aggregating peer reviews for computing assignments is surprisingly accurate. In (Teasley, S. D.; Havn, E. C.; Prinz, W.; Lutters, W. G., Hrsg.): Proceedings of the ACM 2009 International Conference on Supporting Group Work (GROUP '09). ACM, New York, S. 115–124, 2009.
- [RN20] Russell, S. J.; Norvig, P. Pearson, Hoboken, 2020.
- [To98] Topping, K.: Peer Assessment Between Students in Colleges and Universities. Review of Educational Research 68/3, S. 249–276, 1998.
- [Tu10] Turner, S. A.; Pérez-Quñones, M. A.; Edwards, S. H.; Chase, J.: Peer review in CS2: conceptual learning. In (Lewandowski, G.; Wolfman, S. A.; Cortina, T. J.; Walker, E. L., Hrsg.): Proceedings of the 41st ACM Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE '10). ACM, New York, S. 331–335, 2010.
- [We07] Weicker, N.: Zielorientierte Didaktik der Informatik – Kompetenzvermittlung bei engen Zeitvorgaben. In (Schubert, S. E., Hrsg.): Didaktik der Informatik in Theorie und Praxis – INFOS 2007 – 12. GI-Fachtagung Informatik und Schule. Deutsche Gesellschaft für Informatik e.V., Bonn, S. 337–348, 2007.
- [We20] Weicker, K.: Teaching cooperative problem solving. In (Mottock, J., Hrsg.): Proceedings of the 4th European Conference on Software Engineering Education (ECSEE '20). ACM, New York, S. 6–11, 2020.
- [We21] Werner, J.; Ebel, C.; Spannagel, C.; Bayer, S., Hrsg. 3. Aufl., Gütersloh: Verlag Bertelsmann Stiftung, 2021.
- [We99] Webb, G. I.: Decision Tree Grafting From the All Tests But One Partition. In (Dean, T., Hrsg.): The problem of missing values in decision tree grafting. Morgan Kaufmann, San Francisco, S. 702–707, 1999.

Fähigkeiten und Kenntnisse bei Studienanfänger*innen in der Informatik: Was erwarten die Dozent*innen?

Ergebnisse einer deutschlandweiten Umfrage unter Informatik-Hochschuldozent*innen

Esther Bender¹, Helena Barbas², Fabian Hamann³, Marcus Soll⁴, Daniel Sitzmann⁵

Abstract: Viele Studieneingangs- und Eignungstests haben zum Ziel, für den entsprechenden Studiengang geeignete Studierende zu finden, die das Studium erfolgreich beenden können. Gerade in der Informatik ist aber häufig unklar, welche Eigenschaften geeignete Studierende haben sollten – auch stimmen mutmaßlich nicht alle Dozierenden in ihren Erwartungen an Studienanfänger*innen überein; Untersuchungen hierzu fehlen jedoch bislang. Um die Erwartungen von Dozent*innen an Studienanfänger*innen im Fach Informatik an deutschen Hochschulen zu analysieren, hat das Projekt MINTFIT im Sommer 2019 eine deutschlandweite Online-Befragung durchgeführt, an der 588 Hochschuldozent*innen aus allen Bundesländern teilnahmen. Die Umfrage hat gezeigt, dass überwiegend allgemeine Fähigkeiten, wie Motivation und logisches Denkfähigkeit, und nur wenig fachliches Vorwissen, wie Programmieren oder Formale

1 Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, Fakultät Technik und Informatik, Berliner Tor 7, 20099 Hamburg, Deutschland esther.bender@ntnu.no <https://orcid.org/0000-0002-4912-3955>

2 HafenCity Universität Hamburg, Geomathematik, -informatik & Physik, Henning-Voscherau-Platz 1, 20457 Hamburg, Deutschland helena.barbas@hcu-hamburg.de <https://orcid.org/0000-0002-2384-8042>

3 Technische Universität Hamburg, Institut für Mathematik, Am Schwarzenberg-Campus 3, 21073 Hamburg, Deutschland fabian.hamann@tuhh.de <https://orcid.org/0000-0001-7166-1437>

4 NORDAKADEMIE gAG Hochschule der Wirtschaft, Kölner Chaussee 11, 25337 Elmshorn, Deutschland marcus.soll@nordakademie.de <https://orcid.org/0000-0002-6845-9825>

5 Technische Universität Hamburg, Arbeitsstelle MINTFIT Hamburg (AMH), Technische Universität Hamburg, Schloßmühlendamm 30, 21073 Hamburg, Deutschland daniel.sitzmann@tuhh.de <https://orcid.org/0000-0003-2295-3083>

Sprache, erwartet wird. Nach Einschätzung der Dozent*innen sind die problembehafteten Bereiche überwiegend in der theoretischen Informatik und in formellen Aspekten (z. B. Formale Sprache) zu finden. Obwohl Tendenzen erkennbar sind, zeigt die Umfrage, dass bei Anwendung strenger Akzeptanzkriterien keine Fähigkeiten und Kenntnisse explizit vorausgesetzt werden, was darauf hindeutet, dass noch kein deutschlandweiter Konsens unter den Lehrenden vorhanden ist.

Keywords: Informatikstudium; Studienanfänger*innen; Vorkenntnisse; Studieneingangsphase; Umfrage

1 Einführung

Viele Studierende beenden ihr Informatikstudium ohne einen Abschluss – die Studienabbruchquote variiert dabei je nach Umfrage zwischen 30 % und 45 % [He10]. Dabei werden als Abbruchgrund unter anderem hohe Leistungsanforderungen genannt; dies ist laut Heublein et al. [He10] mit 25 % der häufigste Abbruchgrund. Zusätzlich werden nach Heublein et al. [He10] Studierende oftmals von den hohen Leistungsanforderungen am Anfang des Studiums überrascht. Dies wirft die Frage auf, ob die Erwartungen der Dozent*innen in der Informatik an die fachlichen Vorkenntnisse und Fähigkeiten dem Niveau der Studienanfänger*innen entsprechen. In anderen Fächern existieren Erhebungen dazu, welche Erwartungen Dozent*innen an Studienanfänger*innen haben, zum Beispiel von Neumann et al. [NPH17] im Fach Mathematik. Für den Bereich der Informatik gibt es bislang nur wenig Forschung zu den Erwartungen der Dozent*innen an Studienanfänger*innen und auch keinen bundesweit einheitlichen Mindestanforderungskatalog, wie es z. B. im Bereich Mathematik der Mindestanforderungskatalog der Cooperation Schule-Hochschule (kurz „cosh“) [Co14] ist. Diese zwischen Hochschulen, Berufsschulen und Schulen in Baden-Württemberg ausgehandelten und mittlerweile an vielen Hochschulen Deutschlands akzeptierten Mindestanforderungen sind eine Übereinkunft darüber, auf welches in der Schule erworbene Vorwissen Hochschuldozent*innen aufbauen können. Ein vergleichbarer Mindestanforderungskatalog fehlt im Bereich der Informatik bislang. Zwar gibt es Empfehlungen für den Informatik-Schulunterricht der Gesellschaft für Informatik e.V. (siehe [Br08], [Rö16]), diese sind jedoch nicht in allen Bundesländern umgesetzt. Es ist daher sowohl

unklar, welches Wissen Schüler*innen aus der Schule mitbringen, als auch was Lehrende von Studienanfänger*innen erwarten. Um diese Forschungslücke zu schließen, wurde im Rahmen des Projekts MINTFIT (siehe [Mü19], [Si20]) eine bundesweite Onlineumfrage unter Lehrenden an Hochschulen zu dem Thema durchgeführt, welche Erwartungen Hochschuldozent*innen in der Informatik an Studienanfänger*innen stellen. Studien aus dem englischsprachigen Raum legen nahe, dass Studierende der Informatik häufig an Kompetenzen wie *Problemlösekompetenz* [BLH01] oder *Auge für Details* [CPV05] scheitern. Alle in den Studien genannten Kompetenzen wurden in die Umfrage integriert. Die Ergebnisse dieser Studie, an der 588 Personen teilnahmen, werden im Folgenden vorgestellt.

Mithilfe der aus dieser Studie gewonnenen Ergebnisse konnten nicht nur ein Informatik-Eingangstest und ein Informatikkurs im Projekt MINTFIT fundiert entwickelt werden [Si19], sondern es wurde auch ein Beitrag für die Informatik-Didaktik allgemein geleistet. Mittlerweile existiert eine Nachfolgestudie von Soll und Kobras [SK22], die die Sichtweise der Studierenden auf die erwarteten Fähigkeiten und Kenntnisse betrachtet.

Das Projekt MINTFIT Hamburg betreibt die MINTFIT-Plattform⁶, die Schüler*innen am Übergang Schule-Hochschule und sonstigen Studieninteressierten Onlinetests und E-Learning-Angebote für einen reibungslosen Studienstart anbietet. Selbsteinschätzungstests ermöglichen Teilnehmenden eine eigenständige Einschätzung des individuellen Wissensstands in den Fächern Mathematik, Physik, Chemie und Informatik; identifizierte Wissenslücken können anhand von Lernempfehlungen mit zugehörigen E-Learning-Angeboten kostenlos und anonym geschlossen werden. Die angebotene Studienvorbereitung hat das langfristige Ziel, die Senkung der Studienabbruchquoten durch bessere Vorbereitung angehender Studierender zu begünstigen. Mit jährlich mehr als 300.000 Webseitenbesucher*innen und über 40.000 Testteilnahmen (Daten aus 2021) ist MINTFIT eines der meistgenutzten derartigen E-Learning-Angebote in Deutschland.

2 Durchführung der Umfrage

Zur Ermittlung der Erwartungen (bzgl. fachlicher Kenntnisse und allgemeiner Fähigkeiten) von Hochschulinformatiklehrenden an Erstsemesterstudierende

6 www.mintfit.hamburg

wurde eine Online-Umfrage durchgeführt. Der Link zu der Umfrage wurde an ca. 7.000 Lehrende an Universitäten und anderen Hochschulen in ganz Deutschland per E-Mail verschickt. Es wurden alle ermittelbaren Personen, die im Bereich Informatik einer öffentlichen Bildungseinrichtung laut institutseigener Internetseite beschäftigt und deren E-Mail-Adressen frei zugänglich waren, angeschrieben. Der Umfragezeitraum umfasste ca. fünf Wochen im Juli 2019. Die Umfrage bestand aus 14 Fragen: vier Fragen mit Likert-Skalen, vier offene Textfragen und sechs Single-Choice-Fragen. Die Teilnehmenden benötigten zur Beantwortung aller Fragen durchschnittlich 19 Minuten. Als Vorbild für die Umfrage diente die Studie von Neumann et al. [NPH17]. Eine dreistufige Delphi-Studie durchzuführen war im Rahmen des MINTFIT-Projektes leider nicht möglich. Die erste, offene Fragerunde wurde durch die Expertise verschiedener Hamburger Informatik-Dozent*innen und der Projektmitarbeitenden ersetzt. Auch wurde im Gegensatz zu der Studie von 2017 nur eine Umfragerunde durchgeführt. Zur statistischen Auswertung wurden folgende vier Merkmale der Teilnehmenden und der Institutionen, an denen sie jeweils beschäftigt sind, abgefragt:

- Art der Hochschule (Universität, Technische Universität, Hochschule für Angewandte Wissenschaften/Fachhochschule)
- Berufliche Position (Professor*in, Wissenschaftliche*r Mitarbeiter*in, Lehrbeauftragte*r)
- Lehrtätigkeit im ersten oder zweiten Semester (Ja/Nein) (Diese Frage diente nur der statistischen Auswertung und stellte kein Ausschlusskriterium dar.)
- Bundesland, in dem die arbeitgebende Hochschule ansässig ist

Um die Erwartungen an Studienanfänger*innen genauer zu bestimmen, wurden sowohl Kompetenzen als auch loser definierte Fähigkeiten und Wissenstände abgefragt. Diese werden im Folgenden gesammelt als Fähigkeiten und Kenntnisse bezeichnet. Die unterschiedlichen Items wurden in folgende Kategorien eingeteilt: *allgemeine Fähigkeiten und Kenntnisse, fachliche Fähigkeiten und Kenntnisse* sowie *problembehaftete Bereiche*. *Problembehaftete Bereiche* bedeutet in diesem Fall, dass nach Ansicht der Lehrenden Studienanfänger*innen mit diesen Themengebieten in den ersten Semestern Probleme haben (es ihnen also schwer fällt, hier Fähigkeiten und Kenntnisse zu erwerben) – wie sich diese auf den Studienerfolg auswirken, wurde nicht erfragt. In der Umfrage sollten Teilnehmende zuerst per Likert-Skala vorgegebene Fähigkeiten und Kenntnisse danach bewerten, ob und in welchem Grad sie diese erwarten. Anschließend

hatten sie die Möglichkeit, in Freitextfeldern Fähigkeiten und Kenntnisse zu ergänzen, die in den aufgeführten Antwort-Items nicht berücksichtigt worden waren. Die vorgegebenen Items für die Frage nach erwarteten fachlichen Fähigkeiten und Kenntnissen und problembehafteten Bereichen waren identisch. Bei der Frage nach den allgemeinen Fähigkeiten und Kenntnissen wurden andere Items vorgegeben. Es wurde eine Likert-Skala verwendet, um eine genauere Gewichtung der einzelnen Items zu ermöglichen. Die abgefragten allgemeinen Fähigkeiten und Kenntnisse wurden aus persönlichen Gesprächen mit Dozent*innen sowie verschiedener Fachliteratur (bspw. [BLH01], [CPV05]) abgeleitet. Bei der Formulierung der Items wurde darauf geachtet, dass diese möglichst eindeutig zu verstehen sind.

Folgende allgemeine Fähigkeiten und Kenntnisse wurden in der Umfrage abgefragt: *Abstraktionsvermögen, Algorithmisches Denkvermögen, Analytische Fähigkeiten, Auge für Details, Durchhaltevermögen/Frustrationstoleranz, Fähigkeit zum schnellen Erfassen von mathematischen Sachverhalten, Interesse an Informatik, Kommunikationsfähigkeit, Konzentriertes und sorgfältiges Arbeiten, Leseverständnis von allgemeinen deutschen Texten, Logisches Denkvermögen, Mathematikkenntnisse auf Abiturniveau (Grundkurs), Motivation, Problemlösekompetenz, Strukturiertes Denken und Handeln, Visualisierung von Ergebnissen (PowerPoint etc.)*

Die abgefragten fachlichen Fähigkeiten und Kenntnisse ergaben sich ebenfalls aus persönlichen Gesprächen sowie vorhandener Literatur. Dazu wurden insbesondere die Lehrpläne der 16 Bundesländer mit den Curricula von vier Hamburger Hochschulen (HafenCity Universität Hamburg, Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, Technische Universität Hamburg, Universität Hamburg) verglichen [Si19]. Problematisch erwies sich hierbei, dass laut den Lehrplänen die Themen in sehr unterschiedlicher Tiefe/Komplexität behandelt werden. In die Umfrage wurden insbesondere diejenigen Themen aufgenommen, die sowohl in den Lehrplänen fast aller Bundesländer als auch in den Anfangssemestern der Hochschulcurricula erwähnt werden. Zu beachten ist, dass die mathematischen Themen eine feinere Aufteilung haben als die informatiklastigen Bereiche. Dies ergab sich daraus, dass in den Vorgesprächen mit Dozent*innen oft einzelne mathematische Kenntnisse genannt wurden (inwieweit dies einen Unterschied in den Ergebnissen hervorbringt, wurde nicht untersucht). Auch hier wurde auf eine eindeutige Formulierung geachtet. Folgende fachliche Fähigkeiten und Kenntnisse wurden in der Umfrage abgefragt: *Automatentheorie, Binärsystem, Datenbanken, Datenanalyse-sprachen*

(z. B. R, Matlab), *Dokumentenbeschreibungssprachen* (z. B. L^AT_EX, HTML, Markdown), *Programmiersprachen* (z. B. Java, Python, .net), *Formale Logik/Logische Operatoren*, *Formale Sprachen (Sprachentheorie)*, *Kenntnisse über den Zusammenhang zwischen Informatik und Gesellschaft*, *Kenntnisse über elementare Algorithmen*, *Mengenlehre*, *Modellierung von Problemen*, *Rechneraufbau/Hardware*, *Rechnernetzwerke*, *Umgang mit handelsüblicher Software*, *Umgang mit (mehreren) Betriebssystemen*, *Umgang mit Logarithmen*, *Lesen von formalisierter Schreibweise*, *Schreiben von formalisierter Schreibweise*.

Die Reihenfolge der Items im Fragebogen war prinzipiell zufällig, nur zusammengehörige Gruppen (wie z. B. das Lesen/Schreiben formalisierter Schreibweise) wurden als solche betrachtet und stets hintereinander abgefragt. Nach dem Hauptteil wurde als letzte Frage auch noch die Zustimmung zu dem Satz „Unterricht im Fach Informatik in der Schule ist notwendig für ein erfolgreiches Informatikstudium.“ abgefragt, um die These, dass ein Informatikstudium auch ohne fachspezifische Vorkenntnisse möglich ist, zu validieren. Die weiteren drei Fragen bezogen sich auf die geplante Entwicklung eines Informatik-Eingangstests im Projekt MINTFIT [Si19]; auf diese Fragen wird im Folgenden nicht näher eingegangen.

3 Ergebnisse

Insgesamt nahmen 588 Personen an der Umfrage teil; alle angefangenen Fragebögen wurden bis zum Ende bearbeitet und abgegeben. Bei rund 7000 angeschriebenen Personen entspricht dies einer Rücklaufquote von ca. 8,4 %, was für eine Umfrage dieser Art und mit der gewählten Verteilungsstrategie „per E-Mail“ als relativ solide eingeschätzt werden kann. Unter den Teilnehmenden waren nach eigenen Angaben 222 Professor*innen, 328 wissenschaftliche Mitarbeiter*innen sowie 38 Personen, die ihren Status als „Sonstige“ angaben. Da aufgrund von Datenschutzbestimmungen keine Informationen über die angeschriebenen systematisch gespeichert werden durften, ist nicht festzustellen, ob dies verhältnismäßig der Zusammensetzung der angeschriebenen Personen entspricht. Die Tatsache, dass generell mehr wissenschaftliche Mitarbeiter*innen an Hochschulen beschäftigt sind als Professor*innen, kann diese Verteilung aber erklären.

Die meisten Teilnehmenden lehren oder lehrten an Universitäten (282) oder Fachhochschulen (221), aber auch Lehrende an Technischen Universitäten (84)

waren vertreten. Teilnehmende kamen aus allen Bundesländern, wobei jeweils der Ort der Lehrtätigkeit (also Sitz der Hochschule) und nicht der Wohnort erfragt wurde. Den zahlenmäßig größten Rücklauf gab es aus Bayern (108) und Nordrhein-Westfalen (83), die sowohl die bevölkerungsreichsten Bundesländer als auch die Länder mit den meisten Hochschulen sind. Verhältnismäßig viele Rückmeldungen gab es aus Thüringen (21), Sachsen-Anhalt (21) und Schleswig-Holstein (33). Aus Bremen und dem Saarland gab es verhältnismäßig wenige Rückmeldungen (jeweils 5). Die genaue Verteilung der angeschriebenen Personen und Rückmeldungen findet sich in Tabelle 1. Die Mehrheit der Teilnehmenden war aktiv in die Lehre des ersten Semesters eingebunden, davon 173 in mehreren Kursen, 176 in nur einem Kurs. 239 der Teilnehmenden gaben keine Lehre im erstem Semester.

Die Auswertung erfolgte in mehreren Abschnitten nach folgendem Schema: Zuerst wurden die Antworten zu den vorgestellten Fähigkeiten und Kenntnissen ausgewertet, danach (falls vorhanden) die Freitextfelder in aggregierter Form dargestellt und abschließend – entsprechend der Studie von Neumann et al. [NPH17] – festgehalten, welche Fähigkeiten und Kenntnisse die Dozent*innen der Informatik voraussetzen. Als Akzeptanzkriterien gelten hier (angelehnt an [NPH17]):

- Ein Item wird als vorausgesetzt angesehen, wenn 2/3 aller Befragten und 1/2 der Befragten pro Hochschulart (Universität, Technische Universität, Fachhochschule bzw. Hochschule für Angewandte Wissenschaften etc.) diese als vorausgesetzt ansehen.
- Ein Item wird als explizit nicht vorausgesetzt angesehen, wenn 3/4 aller Befragten und 2/3 der Befragten pro Hochschulart (Universität, Technische Universität, Fachhochschule bzw. Hochschule für Angewandte Wissenschaften etc.) diese als nicht vorausgesetzt ansehen.

3.1 Allgemeine Fähigkeiten und Kenntnisse

Die Ergebnisse der Erhebung bezüglich der allgemeinen Fähigkeiten und Kenntnisse sind in Abbildung 1 dargestellt. Fast alle Fähigkeiten und Kenntnisse werden von mindestens der Hälfte aller befragten Dozent*innen vorausgesetzt. *Interesse an Informatik*, *Logisches Denkvermögen* und *Motivation* erhielten die größte Zustimmung. Lediglich *Auge für Details* und *Visualisierung von Ergebnissen* werden von nur ca. 40 % der Teilnehmenden vorausgesetzt.

Tab. 1: FEHLT

| Bundesland | Inst. (1) | Personen (2) | Rückmeldung (3) | Prozent (4) |
|----------------------------|------------------|---------------------|------------------------|--------------------|
| Baden- Württemberg | 10 | 721 | 56 | 7,8 % |
| Bayern | 17 | 1076 | 108 | 10,0 % |
| Berlin | 3 | 176 | 13 | 7,4 % |
| Brandenburg | 3 | 165 | 11 | 6,7 % |
| Bremen | 1 | 155 | 5 | 3,2 % |
| Hamburg | 3 | 244 | 26 | 10,8 % |
| Hessen | 9 | 761 | 66 | 8,7 % |
| Mecklenburg- Vorpommern | 3 | 107 | 12 | 11,2 % |
| Niedersachsen | 9 | 717 | 46 | 6,4 % |
| Nordrhein- Westfalen | 14 | 1182 | 83 | 7,0 % |
| Rheinland-Pfalz | 9 | 528 | 42 | 8,0 % |
| Saarland | 1 | 147 | 5 | 3,4 % |
| Sachsen | 7 | 378 | 35 | 9,3 % |
| Sachsen-Anhalt | 3 | 177 | 21 | 11,9 % |
| Schleswig- Holstein | 6 | 282 | 33 | 11,7 % |
| Thüringen | 5 | 147 | 21 | 14,3 % |
| <i>Keine Angabe</i> | | | 5 | |
| Insgesamt | 103 | 6963 | 588 | 8,4 % |

(1) Anzahl der angeschriebenen Hochschulen im Bundesland, (2) Anzahl der angeschriebenen Personen im Bundesland, (3) Anzahl der Rückmeldungen aus dem Bundesland, (4) Rückmeldungen von angeschriebenen Personen in Prozent aus dem Bundesland

In der dazugehörigen Freitextfrage wurden folgende weitere allgemeine Fähigkeiten und Kenntnisse genannt (fett gesetzte Items wurden in dieser Frage von den Teilnehmer*innen neu genannt und wurden daher nicht im quantitativen Teil der Studie abgefragt, Anzahl der Nennungen in Klammern): **Selbststän-**

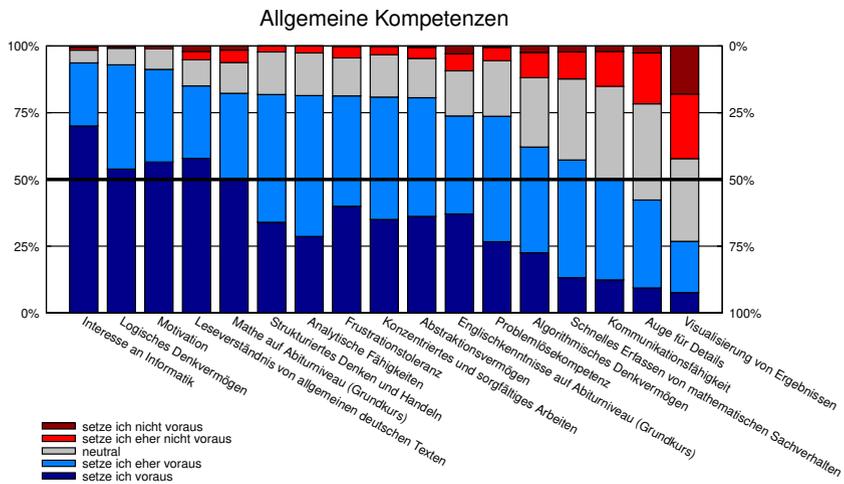


Abb. 1: Von Dozent*innen vorausgesetzte allgemeine Fähigkeiten und Kenntnisse, sortiert nach der Zustimmung (dabei wurden die Antworten „setze ich voraus“ und „setze ich eher voraus“ als Zustimmung gewertet).

digkeit (34), Teamfähigkeit (25), Neugierde/Motivation (23), Sozialkompetenz (16), Medienkompetenz (11), Disziplin (10), Problemlösekompetenz (9), Mathematik (8), Kritisches Denken (6), Ehrgeiz (6), Recherchekompetenz (6), Englischkenntnisse (5), Interdisziplinarität (5).

Die Auswertung anhand der Akzeptanzkriterien ergibt, dass folgende allgemeine Fähigkeiten und Kenntnisse von den Dozent*innen der Informatik vorausgesetzt werden: *Motivation, Frustrationstoleranz/Durchhaltevermögen, Interesse an Informatik, Mathematik auf Abiturniveau (Grundkurs), Konzentriertes und sorgfältiges Arbeiten, Logisches Denkvermögen, Englischkenntnisse auf Abiturniveau (Grundkurs), Problemlösekompetenz, Leseverständnis von allgemeinen deutschen Texten, analytische Fähigkeiten, strukturiertes Denken und Handeln.* Keines der abgefragten Items wird explizit nicht vorausgesetzt.

3.2 Fachliche Fähigkeiten und Kenntnisse

Abbildung 2 zeigt die Ergebnisse für die fachlichen Fähigkeiten und Kenntnisse. Die einzigen zwei fachlichen Fähigkeiten und Kenntnisse, die von mehr als der Hälfte der Dozent*innen vorausgesetzt werden, sind *Umgang mit handels-*

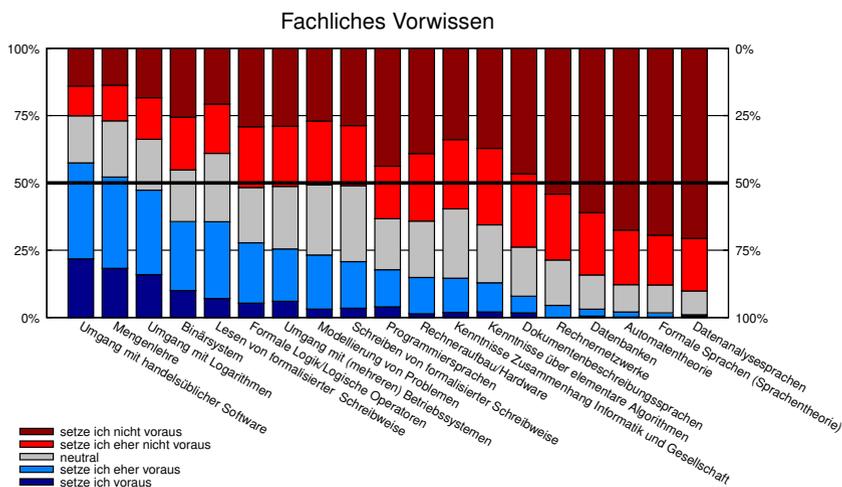


Abb. 2: Von Dozent*innen vorausgesetzte fachliche Fähigkeiten und Kenntnisse, sortiert nach der Zustimmung (dabei wurden die Antworten „setze ich voraus“ und „setze ich eher voraus“ als Zustimmung gewertet).

üblicher Software und *Mengenlehre*. Außer diesen beiden sowie *Umgang mit Logarithmen*, *Binärsystem* und *Lesen von formalisierter Schreibweise* setzt die Mehrheit der Dozent*innen keine weiteren fachlichen Fähigkeiten und Kenntnisse voraus.

In der dazugehörigen Freitextfrage wurden die folgenden weiteren Fähigkeiten und Kenntnisse genannt (einige davon wurden schon unter „allgemeine Fähigkeiten und Kenntnisse“ abgefragt, fett gesetzte Items wurden in dieser Frage von den Teilnehmer*innen neu genannt und wurden daher nicht im quantitativen Teil der Studie abgefragt, Anzahl der Nennungen in Klammern): *Mathematik* (19), *Computeranwendungen* (16), **Kommunikation** (7), **Deutsch** (6), *Programmierung* (5), **Physik/Elektrotechnik** (3), **Grundlagen Informatik** (3).

Das Akzeptanzkriterium ergibt, dass keine fachlichen Fähigkeiten und Kenntnisse explizit vorausgesetzt werden. Nach dem Akzeptanzkriterium werden folgende fachliche Fähigkeiten und Kenntnisse explizit nicht vorausgesetzt: *Rechnernetzwerke*, *Datenbanken*, *Automatentheorie*, *Formale Sprachen (Sprachtheorie)*, *Datenanalyisesprachen*.

3.3 Problembehaftete Bereiche

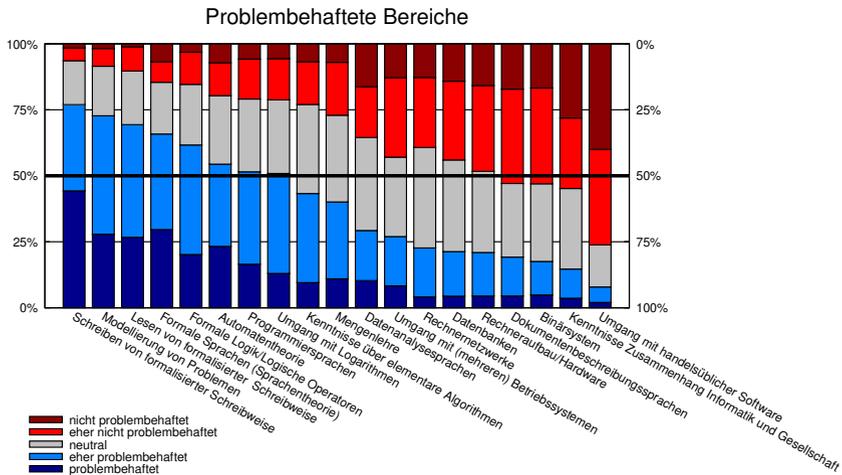


Abb. 3: Nach Ansicht der Informatik-Dozent*innen für Studierende problembehaftete Bereiche, sortiert nach der Zustimmung.

Die Ergebnisse zu der Frage, welche Bereiche die Informatik-Dozent*innen als problematisch für die Studierenden ansehen, sind in Abbildung 3 dargestellt. Dabei werden die Bereiche *Schreiben von formalisierter Schreibweise*, *Modellierung von Problemen*, *Lesen von formalisierter Schreibweise*, *Formale Sprachen (Sprachtheorie)*, *Formale Logik/Logische Operatoren*, *Automatentheorie*, *Programmiersprachen*, *Umgang mit Logarithmen* von mehr als der Hälfte der Informatik-Dozent*innen als problematisch angesehen. Im Gegensatz dazu werden die folgenden Bereiche von den Dozent*innen in der Informatik mehrheitlich als nicht problematisch bewertet: *Dokumentenbeschreibungssprachen*, *Binärsystem*, *Kennnisse Zusammenhang Informatik und Gesellschaft*, *Umgang mit handelsüblicher Software*.

In der dazugehörigen Freitextfrage wurden folgende weitere problembehaftete Bereiche genannt (fett gesetzte Items wurden von den Teilnehmer*innen in dieser Frage neu genannt und wurden daher nicht im quantitativen Teil der Studie abgefragt, Anzahl der Nennungen in Klammern): **Programmieren** (7), **Kommunikationsfähigkeit** (5), **Selbstständigkeit** (4), **Modellierung** (3), **Universitätsalltag** (3) und **Logik** (2).

Für die problembehafteten Bereiche wurde keine Überprüfung anhand des Akzeptanzkriteriums vorgenommen, da eine solche Auswertung bei der Frage nach problembehafteten Bereichen nicht sinnvoll erscheint.

3.4 Informatik in der Schule

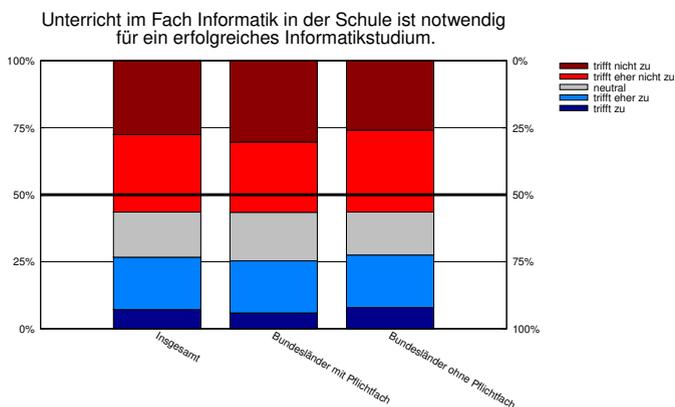


Abb. 4: Zustimmung der Dozent*innen zu dem Satz: „Unterricht im Fach Informatik in der Schule ist notwendig für ein erfolgreiches Informatikstudium.“, insgesamt und aufgeteilt nach Bundesländern mit Pflichtfach Informatik und ohne Pflichtfach Informatik.

Der Aussage „Unterricht im Fach Informatik in der Schule ist notwendig für ein erfolgreiches Informatikstudium.“ stimmte über die Hälfte der Dozent*innen nicht zu. 29 % stimmten der Aussage dabei überhaupt nicht zu, 27 % stimmten der Aussage eher nicht zu. Ungefähr ein Fünftel (19 %) vertrat die Ansicht, dass die Aussage eher zutreffend ist, und 8 % der Befragten waren der Meinung, dass Informatik in der Schule notwendig für ein erfolgreiches Studium ist. 17 % verhielten sich in dieser Frage neutral.

In einigen Bundesländern besteht ein Pflichtunterricht Informatik: Nach Schwarz et al. [SHF21] sind dies Bayern, Mecklenburg-Vorpommern, das Saarland sowie Sachsen. Daraus ergibt sich die Frage, ob es einen Unterschied bei der Zustimmung zur Aussage „Unterricht im Fach Informatik in der Schule ist notwendig für ein erfolgreiches Informatikstudium.“ zwischen den Dozent*innen in Bundesländern mit Pflichtfach und ohne Pflichtfach Informatik gibt. Wie aus Abb. 4 ersichtlich ist, gibt es hier keinen Unterschied; auch eine

statistische Auswertung mit Hilfe des T-Tests ergab hier keine signifikanten Ergebnisse ($p > 0.15$).

Hierbei ist allerdings zu beachten, dass in der Studie lediglich Meinungen der Dozent*innen abgefragt wurden und dass daraus keine Aussage darüber abgeleitet werden kann, inwieweit ein Pflichtfach Informatik notwendig/sinnvoll ist (vgl. auch [Ta21]) bzw. ob das Schulfach Informatik für ein Informatikstudium einen Vorteil bringt.

3.5 Sonstige Ergebnisse

Es konnte bei den Erwartungen der Dozent*innen kein Unterschied zwischen den Bundesländern, Statusgruppen bzw. Hochschularten festgestellt werden. Ebenso konnte bei den Erwartungen kein Unterschied zwischen Dozent*innen, die im ersten oder zweiten Semester mindestens einen Kurs unterrichten, und den übrigen Dozent*innen festgestellt werden.

Einige Freitext-Antworten brachten die Frustration der Dozent*innen bezüglich der Fähigkeiten und Kenntnisse der Studienanfänger*innen der letzten Jahre deutlich zum Ausdruck. Insbesondere wird dort ein Mangel an Grundkenntnissen (z. B. Lesekompetenz, Deutschkenntnisse, Mathematik auf Abitur-Niveau) hervorgehoben.

Die Auswertung der Umfrage hat gezeigt, dass die zusätzliche Differenzierung durch die Likert-Skala keinen großen Mehrwert gegenüber einer Ja/Nein-Skala erbracht hat.

3.6 Faktorenanalyse

Zur genaueren Auswertung der Umfrage wurde für die Fragen nach den erwarteten allgemeinen Fähigkeiten und Kenntnissen (F1), fachlichen Fähigkeiten und Kenntnissen (F2) und den problembehafteten Bereichen (F3) eine explorative Faktorenanalyse (siehe [WB10]) durchgeführt. Dadurch sollte auch untersucht werden, ob sich die erwarteten fachlichen und allgemeinen Fähigkeiten und Kenntnisse gruppieren lassen. Alle statistischen Analysen wurden mit der R-Software⁷ durchgeführt. Mithilfe des Kaiser-Meyer-Olkin-Kriteriums wurde überprüft, ob der Datensatz dafür grundsätzlich geeignet ist. Die Werte

7 The R Project for Statistical Computing, <https://www.r-project.org/>, Version 3.0.5.

lagen für die Fragen zwischen 0,84 und 0,91, die der einzelnen Faktoren lagen alle über 0,6, womit die Datensätze grundsätzlich für eine Faktorenanalyse geeignet sind.

Für alle Fragen wurde eine Faktorenanalyse nach dem Maximum-Likelihood-Kriterium ohne Rotation durchgeführt. Die Bestimmung der optimalen Anzahl der Faktoren bei der Faktorenanalyse war inhaltlich geleitet: So wurden die Faktorenanalysen mit einer unterschiedlichen Anzahl von Faktoren durchgeführt (siehe Abb. 5) und bei der Bestimmung der optimalen Faktorenanzahl wurde als maßgebliches Kriterium die inhaltliche Interpretierbarkeit angesetzt.

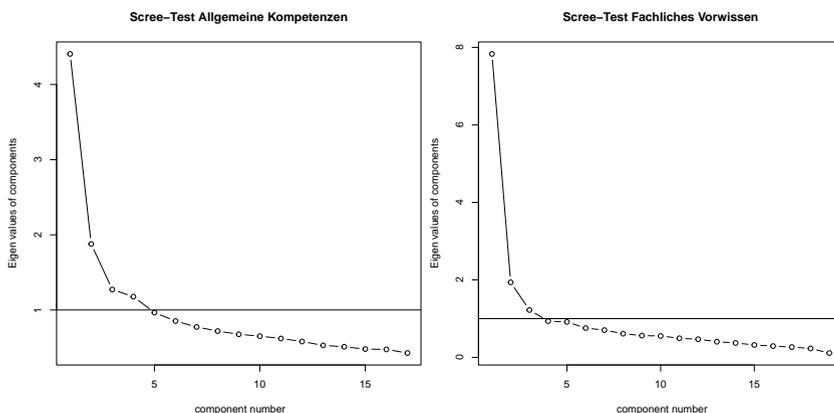


Abb. 5: Scree-Test zur Faktorenanalyse bei den erwarteten allgemeinen (links) bzw. fachlichen Fähigkeiten und Kenntnissen (rechts).

Bei den erwarteten allgemeinen Fähigkeiten und Kenntnissen (F1) konnten zwei Faktoren inhaltlich sinnvoll interpretiert werden. Der erste Faktor **mathematische Fähigkeiten** enthält die Fähigkeiten und Kenntnisse *Fähigkeit zum schnellen Erfassen von mathematischen Sachverhalten, Abstraktionsvermögen, Logisches Denkvermögen, Problemlösekompetenz, algorithmisches Denkvermögen, analytische Fähigkeiten, strukturiertes Denken und Handeln*. Der zweite Faktor **motivationale Aspekte und kommunikative Fähigkeiten** enthält die Fähigkeiten und Kenntnisse *Motivation, Durchhaltevermögen, Interesse an Informatik, Konzentriertes und sorgfältiges Arbeiten, Leseverständnis von allgemeinen deutschen Texten, Auge für Details, Kommunikation*. Die drei Items *Mathematikkenntnisse auf Abiturniveau, Visualisierung von Ergebnissen und Englischkenntnisse* wurden zur besseren inhaltlichen Interpretierbarkeit nach-

träglich aus der Analyse entfernt. Vergleicht man die Faktorensommen der beiden Faktoren, so zeigt sich, dass Items mit stark ausgeprägtem Faktor *motivationale Aspekte und kommunikative Fähigkeiten* eher von den Dozent*innen erwartet werden als Items mit stark ausgeprägtem Faktor *mathematische Fähigkeiten*: Erstere werden zu 40 % vorausgesetzt und zu 34 % eher vorausgesetzt, Letztere zu 30 % vorausgesetzt und zu 45 % eher vorausgesetzt.

Für die Frage nach den erwarteten fachlichen Fähigkeiten und Kenntnissen wurden vier Faktoren identifiziert: Mathematische Kenntnisse (Faktor **Aufbauwissen Mathematik**), Fähigkeiten und Kenntnisse, die sich mit Aufbau und Benutzung des Computers beschäftigen (Faktor **Computer**), Fähigkeiten, die die theoretische Informatik betreffen (Faktor **Informatik**) und **Formalisierte Schreibweise**. Die Items sind dabei wie folgt auf die Faktoren verteilt:

- Faktor **Aufbauwissen Mathematik**: *Binärsystem, Formale Logik, Modellierung, Logarithmen*
- Faktor **Computer**: *Rechneraufbau, Software, Betriebssysteme, Dokumentenbeschreibungssprachen, Programmiersprachen*
- Faktor **Informatik**: *Rechnernetzwerke, Datenbanken, Automatentheorie, Formale Sprache, Datenanalyseprache, Algorithmen*
- Faktor **Formalisierte Schreibweise**: *Lesen formalisierter Schreibweise, Schreiben formalisierter Schreibweise*

Der Vergleich der Faktorensommen zeigt, dass die Fähigkeiten und Kenntnisse im Bereich Aufbauwissen Mathematik am ehesten erwartet werden – 10 % setzen diese Faktoren voraus, 25 % setzen sie eher voraus. Die Items im Bereich Informatik werden am wenigsten erwartet, diese werden nur zu 0,6 % vorausgesetzt und nur zu 3 % eher vorausgesetzt.

Bei der Faktorenanalyse für die problembehafteten Bereiche stellte sich heraus, dass sich die unterschiedlichen Items verschiedenen Gruppen zuordnen lassen: bei den allgemeinen Fähigkeiten und Kenntnissen motivationalen Aspekten (die eher allgemeine Fähigkeiten beinhalten) und mathematischen Kenntnissen, bei den fachlichen Fähigkeiten und Kenntnissen wie oben beschrieben. Diese Gruppen werden unterschiedlich stark von den Dozent*innen vorausgesetzt, wobei die allgemeineren Fähigkeiten jeweils häufiger vorausgesetzt werden. Die Analyse verifiziert also die Ergebnisse aus den Abschnitten 3.1.–3.3., dass überwiegend allgemeine Fähigkeiten und wenige fachliche Fähigkeiten und Kenntnisse erwartet werden.

4 Diskussion

Insgesamt lässt sich feststellen, dass die Dozent*innen in der Informatik überwiegend allgemeine Fähigkeiten und Kenntnisse bei Studienanfänger*innen voraussetzen. An fachlichen Fähigkeiten und Kenntnissen werden vor allem mathematische Kenntnisse und formales Vorgehen erwartet. Die Auswertung mit Hilfe des Akzeptanzkriteriums bestätigt dies. Fähigkeiten und Kenntnisse, die dem mit der Faktorenanalyse gefundenen Faktor *motivationale Aspekte und kommunikative Fähigkeiten* zugeordnet wurden, werden mit etwas höheren Prozentzahlen erwartet als *mathematische Fähigkeiten*. Auch bei den fachlichen Vorkenntnissen werden überwiegend mathematische Fähigkeiten und Denkweisen erwartet – aus Bereichen, die dem Faktor Informatik zugeordnet werden, hingegen quasi gar keine. Laut Ansicht der Dozent*innen haben Studierende mit *Schreiben formalisierter Schreibweise*, *Lesen formalisierter Schreibweise* und *Modellierung* die meisten Probleme – also Fähigkeiten und Kenntnisse, die die Dozent*innen nicht voraussetzen.

Da es keine Übereinstimmung zwischen erwarteten fachlichen Fähigkeiten und Kenntnissen und problembehafteten Bereichen gibt, deutet die Umfrage darauf hin, dass fehlendes fachliches Vorwissen – insbesondere in den ersten Semestern – wahrscheinlich nicht die Ursache dieser Probleme ist. Der laut Heublein [He10] am häufigsten genannte Grund für den Studienabbruch – hohe Leistungsanforderung – kann mit Blick auf die Daten der hier vorgestellten Studie nicht mit einer Diskrepanz zwischen den erwarteten fachlichen Vorkenntnissen und Fähigkeiten und den tatsächlich vorhandenen erklärt werden, da oftmals keine oder nur wenige Informatikkenntnisse vorausgesetzt werden.

Es bleibt die Frage, warum trotzdem eine solch hohe Abbruchquote besteht. Hierfür gibt es unserer Ansicht nach wie im Folgenden aufgeführt verschiedene Erklärungsansätze, wobei auch mehrere dieser Punkte zutreffen könnten:

1. Es besteht ein Bias bei den Dozent*innen, sodass diese tatsächlich höhere Erwartungen an die Studienanfänger*innen haben, als sie sich selber eingestehen. Dies könnte die Ergebnisse der Umfrage verzerrt haben, tatsächlich könnte es also mehr Erwartungen geben. Inzwischen existiert jedoch von Soll und Kobras [SK22] eine Nachfolgestudie, welche die hier vorgestellten Ergebnisse im Wesentlichen bestätigt (Ausnahme: Problembehaftete Bereiche). Dementsprechend ist es unwahrscheinlich, dass der Bias hier eine größere Rolle spielt.

2. Diese Studie hat sich sehr auf die Informatik-Inhalte des Studiums konzentriert. Es könnte aber sein, dass sich die größten Probleme bei den Mathematik-Inhalten finden.
3. Es liegen tatsächlich keine besonderen Erwartungen an Studienanfänger*innen vor, allerdings wird in den ersten Semestern so viel Stoff gelehrt, dass viele Studierende überfordert werden.

Wie nun genau die hohen Leistungsanforderungen als Abbruchgrund zu erklären sind, lässt sich mit dieser Studie nicht abschließend klären.

Offen bleibt zudem die Frage, ob die Vorstellung, was genau unter die fachlichen Fähigkeiten und Kenntnisse fällt (also was z. B. genau der Bereich *Kenntnisse über elementare Algorithmen* umfasst), zwischen den verschiedenen Gruppen identisch ist. Hier sei ebenfalls noch einmal auf die Frage nach der unterschiedlichen Granularität der abgefragten Items verwiesen. Die Beantwortung dieser Fragen liegt aber außerhalb des Umfangs dieser Umfrage.

Die Auswertung anhand der Akzeptanzkriterien ist uneindeutig, da sich für die meisten (insbesondere die fachlichen) Fähigkeiten und Kenntnisse keine klare Tendenz über die Erwartungen der Dozent*innen erkennen lässt (also „vorausgesetzt“ bzw. „explizit nicht vorausgesetzt“). Dies könnte darauf hindeuten, dass – obwohl eindeutige Trends erkennbar sind – in vielen Fällen noch kein Konsens zwischen den Dozent*innen in der Informatik darüber besteht, welches Vorwissen Studienanfänger*innen haben sollten. Der Umfrage kann nicht entnommen werden, inwieweit die Unterschiede in der Erwartungshaltung mit unterschiedlichen Lehrerfahrungen (z. B. abhängig von Bundesland oder Hochschulart) zusammenhängen. Das Ergebnis könnte auch auf Schwachstellen in der Umfrage (z. B. Einsatz einer Likert-Skala oder unklare Formulierung der Items) hindeuten. Auch in den problembehafteten Bereichen ist kein Konsens erkennbar. Zwar gibt es einige Bereiche (z. B. *Formale Sprache*), die laut den Dozent*innen in der Informatik den Studienanfänger*innen eher Probleme bereiten, und andere, bei denen dies nicht der Fall ist. Allerdings lässt sich für viele Bereiche keine eindeutige Aussage treffen. Auch hier lässt die Datenlage keinen Schluss zu, ob dies mit unterschiedlichen Lehrerfahrungen zusammenhängt. Auch könnte, wie oben beschrieben, die Ursache im Umfragedesign begründet sein.

Die Mehrheit der Dozent*innen in der Informatik ist der Meinung, dass Informatik in der Schule für ein erfolgreiches Informatikstudium nicht notwendig ist. Dies gilt sowohl für Dozent*innen in Bundesländern mit Informatik-Pflichtunterricht als auch für Dozent*innen in Bundesländern ohne einen sol-

chen. Die momentane Lage in Deutschland wird hierdurch widergespiegelt: Informatik ist bislang bundesweit kein Pflichtfach und wird dementsprechend nicht von allen Schüler*innen in der Schule belegt. Inwieweit Vorkenntnisse in Informatik – insbesondere durch Schulunterricht – ein Indikator für Studienerfolg sind und ob es nicht andere gute Gründe für einen Informatik-Pflichtunterricht an Schulen gibt (vgl. [Ta21]), wurde in dieser Umfrage nicht untersucht. Die Frage, wie die von den Informatik-Dozent*innen vorausgesetzten Fähigkeiten und Kenntnisse sich aus Sicht der Studierenden darstellen, wird hier ebenfalls nicht abgedeckt – wie oben erwähnt gab es aber auch hierzu eine Untersuchung, siehe Soll und Kobras [SK22].

5 Zusammenfassung und Ausblick

Welche Erwartungen haben Dozent*innen der Informatik an Studienanfänger*innen? Zur Beantwortung dieser Frage wurde eine deutschlandweite Umfrage durchgeführt, an der 588 Informatik-Hochschuldozent*innen teilnahmen. Die Umfrage ergab, dass hauptsächlich allgemeine Fähigkeiten und Kenntnisse (hier insbesondere *Interesse an Informatik*, *Logisches Denkvermögen* und *Motivation*) vorausgesetzt werden. Bei den fachlichen Fähigkeiten und Kenntnissen überwiegen vor allem mathematische Fähigkeiten bzw. formales Vorgehen. Dadurch liegt die Vermutung nahe, dass die hohe Zahl an Abbrüchen beim Informatikstudium nicht an der Diskrepanz zwischen den von den Dozent*innen erwarteten und den tatsächlich vorhandenen Fähigkeiten und Kenntnissen fachlicher und allgemeiner Natur liegt. Die Umfrage hat gezeigt, dass es keine erwarteten Fähigkeiten gibt, die dem Akzeptanzkriterium genügen. Dies deutet darauf hin, dass ein solcher Konsens unter den Dozent*innen in Deutschland (möglicherweise bedingt durch unterschiedliche Lehrerfahrungen) noch nicht gegeben ist.

Es bleibt die Frage, wie sich die hohe Abbruchquote in den Informatikstudiengängen erklären lässt. Hier sollte weitere Forschung erfolgen. Obwohl die meisten Dozent*innen angaben, dass Informatik an der Schule nicht notwendig sei, lässt sich überlegen, ob man hier nicht doch einen Ansatzpunkt finden kann, um die Abbruchquote zu verringern. Dabei wäre es sinnvoll, sowohl die Lehrpläne der Bundesländer anzugleichen als auch einen einheitlichen Mindestanforderungskatalog analog zum Mindestanforderungskatalog der Cooperation Schule-Hochschule (kurz „cosh“) [Co14] zu erstellen. Des Weiteren wäre es

sinnvoll zu überprüfen, ob der Lerninhalt und das Lerntempo in den ersten Semestern angemessen ist oder ob es hier besonders auch im Mathematikanteil des Studiums zu einer Überforderung Studierender kommt.

6 Danksagung

MINTFIT Hamburg ist ein Verbundprojekt der Hamburger MINT-Hochschulen Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg (HAW), HafenCity Universität Hamburg (HCU), Technische Universität Hamburg (TUHH), Universität Hamburg (UHH) sowie dem Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf (UKE) und wird gefördert von der Behörde für Wissenschaft, Forschung, Gleichstellung und Bezirke Hamburg (BWFGB).

Literaturverzeichnis

- [BLH01] Beaubouef, T.; Lucas, R.; Howatt, J.: The UNLOCK system: Enhancing problem solving skills in CS-1 students. *ACM SIGCSE Bulletin* 33/2, S. 43–46, 2001.
- [Br08] Brinda, T.; Fothe, M.; Friedrich, S.; Koerber, B.; Puhlmann, H.; Röhrner, G.; Schulte, C.: Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule - Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I, Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V., 2008.
- [Co14] Cooperation Schule-Hochschule: Mindestanforderungskatalog Mathematik (Version 2.0) der Hochschulen Baden-Württembergs für ein Studium von WiMINT-Fächern (Wirtschaft, Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik), 2014, URL: https://lehrerfortbildung-bw.de/u%5C_matnatech/mathematik/bs/bk/cosh/katalog/makv2.pdf.
- [CPV05] Cappel, J. J.; Prybutok, V. R.; Varghese, B.: A closer look at attention to detail. *Communications of the ACM* 48/7, S. 87–92, 2005.
- [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, Hannover: Hochschul-Informationssystem GmbH, 2010.

- [Mü19] Müller, U. C.; Sitzmann, D.; Zimmermann, S.; Hieke, F.: MINTFIT Hamburg: Onlineangebote zur Vorbereitung auf ein MINT-Studium. In (Maurer, C., Hrsg.): *Naturwissenschaftliche Bildung als Grundlage für berufliche und gesellschaftliche Teilhabe*. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Kiel, S. 918–921, 2019.
- [NPH17] Neumann, I.; Pigge, C.; Heinze, A.: *Welche mathematischen Lernvoraussetzungen erwarten Hochschullehrende für ein MINT-Studium?* IPN – Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik, 2017, ISBN: 978-3-89088-292-5.
- [Rö16] Röhner, G.; Brinda, T.; Denke, V.; Hellmig, L.; Heußner, T.; Pasternak, A.; Schwill, A.; Seiffert, M.: *Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe II*, Gesellschaft für Informatik e.V., 2016.
- [SHF21] Schwarz, R.; Hellmig, L.; Friedrich, S.: *Informatikunterricht in Deutschland – eine Übersicht*. Informatik Spektrum 44/2, S. 95–103, 2021, ISSN: 1432-122X.
- [Si19] Sitzmann, D.; Soll, M.; Barbas, H.; Hamann, F.; Bender, E.: *Entwicklung eines Informatik-Onlinetests zur Studienvorbereitung im Projekt MINTFIT Hamburg*. In (Meissner, B.; Walter, C.; Zinger, B.; Haubner, J.; Waldherr, F., Hrsg.): *Tagungsband zum 4. Symposium zur Hochschullehre in den MINT-Fächern*. S. 277–285, 2019.
- [Si20] Sitzmann, D.: *Fit ins Studium mit MINTFIT Hamburg – Unterstützungsangebote für ein erfolgreiches MINT-Studium und zur Senkung der Studienabbruchquote*. In (Kahmann, S.; Ludwigs, S., Hrsg.): *So gelingt E-Learning – Reader zum Higher Education Summit 2019, Studienergebnisse und Praxisberichte zum Einsatz von E-Learning an deutschsprachigen Hochschulen*. Pearson, München, 2020, ISBN: 978-3-86894-407-5.
- [SK22] Soll, M.; Kobras, L.: *What Were We Expecting? Analysing Expectations of German University Teachers of Study Beginners in Computer Science as Experienced by Students*. In: *IEEE German Education Conference 2022*. 2022.
- [Ta21] Tantau, T.: *Informatik fürs Leben lernen*. In (Humbert, L., Hrsg.): *INFOS 2021 – 19. GI-Fachtagung Informatik und Schule*. Gesellschaft für Informatik, Bonn, S. 25–38, 2021.

- [WB10] Wolff, H.-G.; Bacher, J.: Hauptkomponentenanalyse und explorative Faktorenanalyse. In (Wolf, C.; Best, H., Hrsg.): Handbuch der sozialwissenschaftlichen Datenanalyse. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, S. 333–365, 2010, ISBN: 978-3-531-92038-2.

In dieser Reihe erscheinen Tagungsbände und ausgewählte Forschungsberichte zu Themen aus der Didaktik der Informatik in Schule und Hochschule.

Auf der 9. Fachtagung HDI wurden sehr unterschiedliche Aspekte der informatischen Bildung im Hochschulbereich behandelt. Dazu gehörten die folgenden Themenbereiche, jeweils bezogen auf Studiengänge an Universitäten und Hochschulen der Informatik, verwandter Studiengänge oder der Informatiklehre in anderen Studiengängen:

- Fachdidaktische Konzepte
- Spezielle Lehr- und Lernformen
- Lehrinnovationen
- Erfolgsmessung
- Studiengänge und Curriculumentwicklung
- Digitalisierung der Lehre oder der Studienorganisation
- Betreuungsformen vor und im Studium
- Aus- und Weiterbildung von an der Hochschullehre Beteiligten
- Gewinnung geeigneter Studierender
- Studienverläufe
- Lehren und prüfen
- Einsatz von Informatiksystemen in der Hochschullehre

Die Fachtagung widmet sich ausgewählten Fragestellungen dieser Themenkomplexe, die durch Vorträge ausgewiesener Experten und durch eingereichte Beiträge intensiv behandelt wurden.