

Commentarii informaticae didacticae | 13

Artikel erschienen in:

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

Hochschuldidaktik Informatik HDI 2021

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

(Commentarii informaticae didacticae (CID) ; 13)

2023 – 299 S.

ISBN 978-3-86956-548-4

DOI <https://doi.org/10.25932/publishup-56507>

Empfohlene Zitation:

Esther Bender; Helena Barbas; Fabian Hamann; Marcus Soll; Daniel Sitzmann: Fähigkeiten und Kenntnisse bei Studienanfänger*innen in der Informatik: Was erwarten die Dozent*innen? Ergebnisse einer deutschlandweiten Umfrage unter Informatik-Hochschuldozent*innen, In: Hochschuldidaktik Informatik HDI 2021, Jörg Desel, Simone Opel, Juliane Siegeris (Hrsg.), Potsdam, Universitätsverlag Potsdam, 2023, S. 279–299.

DOI <https://doi.org/10.25932/publishup-61603>

Soweit nicht anders gekennzeichnet ist dieses Werk unter einem Creative Commons Lizenzvertrag lizenziert: Namensnennung 4.0. Dies gilt nicht für zitierte Inhalte anderer Autoren:

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

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, Datenanalysesprachen*

(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-**

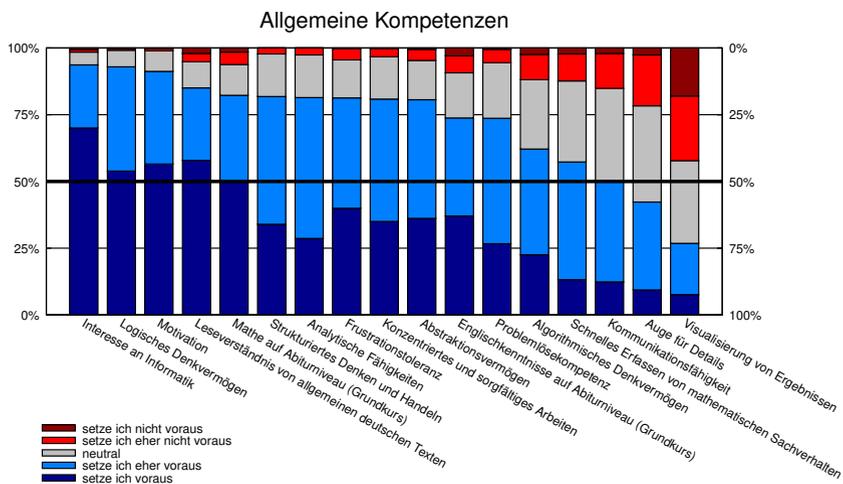


Abb. 1: Von Dozent*innen vorausgesetzte allgemeine Fähigkeiten und Kenntnisse, sortiert nach der Zustimmung (dabei wurden die Antworten „setze ich voraus“ und „setze ich eher voraus“ als Zustimmung gewertet).

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-*

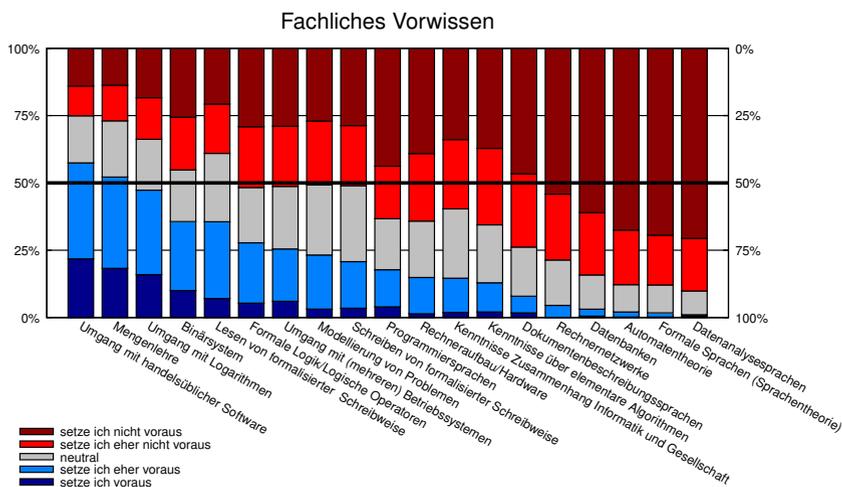


Abb. 2: Von Dozent*innen vorausgesetzte fachliche Fähigkeiten und Kenntnisse, sortiert nach der Zustimmung (dabei wurden die Antworten „setze ich voraus“ und „setze ich eher voraus“ als Zustimmung gewertet).

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

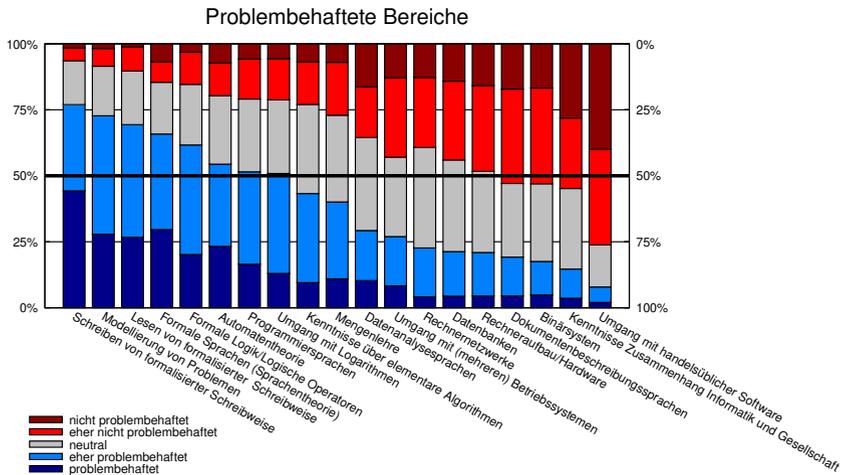


Abb. 3: Nach Ansicht der Informatik-Dozent*innen für Studierende problembehaftete Bereiche, sortiert nach der Zustimmung.

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

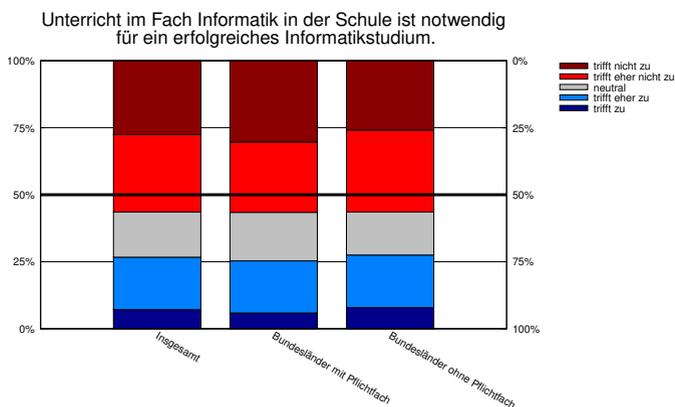


Abb. 4: Zustimmung der Dozent*innen zu dem Satz: „Unterricht im Fach Informatik in der Schule ist notwendig für ein erfolgreiches Informatikstudium.“, insgesamt und aufgeteilt nach Bundesländern mit Pflichtfach Informatik und ohne Pflichtfach Informatik.

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.

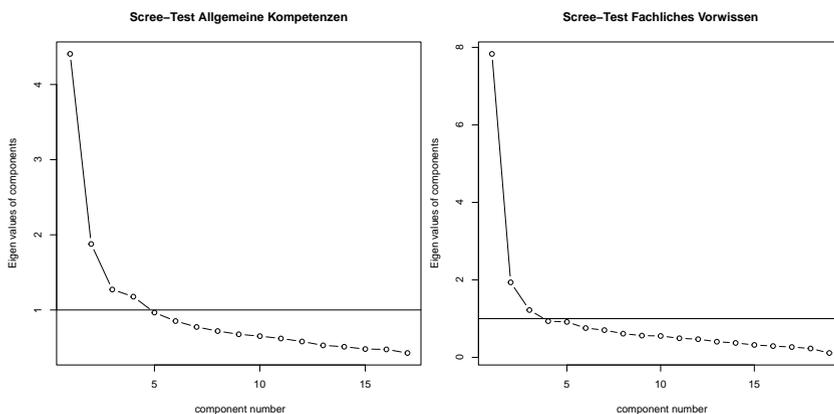


Abb. 5: Scree-Test zur Faktorenanalyse bei den erwarteten allgemeinen (links) bzw. fachlichen Fähigkeiten und Kenntnissen (rechts).

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.