

Sebastian Schellhorn/Mario Frank/Christoph Kreitz

## **Brückenkurse für mathematische und informatiknahe Studiengänge**

### **1. Bedeutung von Vor- und Brückenkursen**

Vor- und Brückenkurse sind zusätzliche fakultative Angebote, welche von den Hochschulen selbst initiiert werden mit dem gemeinsamen Ziel, den Studieneinstieg zu erleichtern. Sie begleiten die Studierenden in der Studieneingangsphase und flankieren die Einführungsveranstaltungen. Somit gehen sie i. d. R. dem Studium voraus und zielen darauf ab, wichtige Studienbereiche und teilweise fachliche Inhalte aufzufrischen. Je nach Studienfach werden Inhalte aus den Bereichen Mathematik, Sprachen, Naturwissenschaften oder wissenschaftliches Arbeiten thematisiert. Derartige Kursangebote haben sich speziell in den mathematischen und naturwissenschaftlichen Bereichen etabliert. Insbesondere sollen nachhaltig die Durchfallquoten und Studienabbrüche reduziert werden. Weiter soll ein Hochschulzugang und erfolgreiches Studium möglichst allen Gruppen Studieninteressierter ermöglicht werden, unabhängig vom individuellen sozioökonomischen Hintergrund.

Zunächst lässt sich festhalten, dass wir in der Studieneingangsphase von einem breiten heterogenen Spektrum von Studierenden ausgehen können, wobei der Begriff der Heterogenität und dessen historischer Wandel im Kontext von Hochschulen bereits ausführlich diskutiert und beleuchtet wurde (vgl. Wild/Esdar 2014). Studierende unterscheiden sich u. a. durch ihre Hochschulzugangsberechtigung, Bildungsweg, Herkunft und Erfahrung. Diese vielfältige Mischung sowie der Mensch als Individuum selbst begründen die Annahme der Heterogenität. Aus der Perspektive des Studiums stehen in den ersten Semestern oft überwiegend Inhalte im Zentrum der Lehre und weniger die verwendeten Methoden und deren Transparenz. Für ein erfolgreiches Studium in mathematischen und informatiknahen Studiengängen sind umfangreiche spezifische mathematische und methodische Vorkenntnisse notwendig, um den fachlichen Anschluss, insbesondere in den ersten Semestern, nicht zu verpassen.

Von den Studierenden wird erwartet, dass diese sich bzw. ihr Studium selbstständig organisieren können sowie elementare Inhalte und Methoden beherrschen. Weiter wird gefordert, dass das Studium zunehmend studierendenorientiert ausgerichtet wird, d. h. die Studienbedingungen an die individuell unterschiedlichen Lebens- und Lernerfahrungen der Studierenden angepasst sind. In diesem Zusammenhang sollen Studierende als Lernende (vgl. Wildt 2002) und Teilnehmende (vgl. Hippel/Tippelt 2009) verstanden werden.

Vor- und Brückenkurse sind häufig ein- bis zweiwöchige Veranstaltungen unmittelbar vor Beginn der Vorlesungszeit, welche die Studierenden befähigen sollen, den Erwartungen im Studium gerecht zu werden. Auch ist die Kapazität der Angebote häufig beschränkt, sodass eine vorherige Anmeldung erforderlich ist. Folglich ist es oft nur einem Teil der Studierenden überhaupt möglich, diese zeitlich stark reglementierten Angebote anzunehmen, in denen Methoden, Inhalte und Selbstorganisation geübt sowie Studierfähigkeit vermittelt werden soll.

Gemessen an den Zielen von Brückenkursen, insbesondere in mathematischen und informatiknahen Studiengängen, nehmen diese eine fundamentale Position für den weiteren Verlauf und Erfolg der Studierenden ein, ohne die Qualität des Studiums reduzieren zu müssen. Jedoch lässt sich auch leicht das Spannungsfeld zwischen dem Ist-Zustand, den Rahmenbedingungen und den Erwartungen bezüglich Studierenden und Studium aufzeigen. In Bachmann (2014) werden u. a. neue lerntheoretische Erkenntnisse im Kontext von Hochschullehre diskutiert. Auch wird der geforderte Übergang von der dozentenorientierten Informa-

tionsvermittlung zur studierendenzentrierten Unterstützung des Lernens aufgezeigt. Hierbei gilt, dass die Studierenden weniger als passive Informationsempfänger/-innen strukturierten Wissens gesehen werden dürfen, sondern mehr durch gemeinschaftliche Interaktion und Problemlösen zu aktiven Lernenden übergehen. Trotz dieser Erkenntnisse über den Erfolg von kompetenzorientierter Lehre finden sich in der Praxis doch immer wieder Kurse, welche diesen Anforderungen tendenziell nicht gerecht werden. Bspw. wird insbesondere in der Mathematik das Beherrschen zahlreicher Methoden vorausgesetzt, welche oftmals in vorangehenden Bildungswegen nicht transparent vermittelt oder vernachlässigt wurden. Folglich sind Studierende teilweise gezwungen, sich diese Methoden neben dem eigentlichen Studium induktiv anzueignen. Dies berücksichtigt Lernunterschiede und damit Heterogenität nicht ausreichend und kommt somit auch nicht der Forderung eines studierendenorientierten Studiums nach. Womöglich definiert hier der Faktor Zeit auch eine gewisse Grenze hinsichtlich kompetenzorientierter Lehre und deren Realisierbarkeit in bestehenden Strukturen.

Als, eventuell temporärer, Ausweg könnten Brückenkurse gesehen werden. Jedoch weisen Vor- und Brückenkurse, entgegen aktueller lerntheoretischer Erkenntnisse, teilweise die Eigenschaft auf, dass sie das Symptom statt die Ursache bekämpfen. D. h. es wird vereinzelt versucht, die Studierenden in der Studieneingangsphase auf den gleichen Kenntnisstand zu bringen bzw. Schulwissen nachzuholen, um ein möglichst homogenes Feld von Studierenden in den ersten Semestern erwarten zu können. Dies zeigt deutlich die bestehende Diskrepanz zwischen lerntheoretischen Erkenntnissen und der Praxis. Umso wichtiger ist es, die Frage nach bestmöglichen Konzeptionen von Vor- und Brückenkursen zu beantworten, um deren Ziele zu erreichen. Allerdings wird es hierzu womöglich mehr als zwei Wochen benötigen, bis die Studierenden eine entsprechende Expertise in den geforderten Methoden und Inhalten aufweisen.

In der Vergangenheit gab es verschiedene Konzipierungen von Brückenkursen, um diesem Spannungsfeld entgegenzuwirken. Zum einen wird sich zunehmend auf kompetenzorientierte Lehre konzentriert, sodass Inhalte mehr Mittel zum Zweck werden und Methoden im Fokus stehen. In den mathematischen und informatiknahen Studiengängen hat sich hier die Problemlösekompetenz als besonders erfolgreich herausgestellt. Zum anderen wird auch immer häufiger versucht, eine selbstgesteuerte und individualisierte Lernumgebung mit Hilfe von Blended-Learning Brückenkursen zu schaffen. Wichtig ist, dass nicht

das Angleichen von Leistungsniveaus das Bestreben dieser Konzepte ist, sondern vielmehr der mathematische Erkenntnisprozess.

Im Folgenden wird das Konzept des Brückenkurses „Mathematik für informatiknahe Studiengänge“ der Universität Potsdam präsentiert, welches sich an zuvor genannten lerntheoretischen Erkenntnissen orientiert. Die anschließende Evaluation zeigt die Notwendigkeit von didaktisch sinnvoll konzipierten Brückenkursen und deren Reichweite.

## **2. Brückenkurs „Mathematik für informatiknahe Studiengänge“ der Universität Potsdam**

Aufgrund aktueller lerntheoretischer Erkenntnisse liegt der Schwerpunkt des Brückenkurses für informatiknahe Studiengänge an der Universität Potsdam auf der Problemlösekompetenz bezüglich mathematischer Inhalte und Konzepte. Dies beruht primär auf der Feststellung einiger Dozierenden, dass die Studierenden insbesondere in den ersten Semestern Defizite im Umgang mit Logik, formalen mathematischen Schreibweisen und Zusammenhängen sowie dem Wissenstransfer von bekannten auf unbekannt Situationen aufweisen. Folglich bietet die Problemlösekompetenz im Kontext mathematischer Inhalte einen erleichterten Zugang zum Fach. Hierbei soll unter Problemlösen der zumeist bewusste Denkprozess verstanden werden, welcher einen Ist-Zustand durch intelligentes Handeln gegen Widerstände in einen Sollzustand überführt. Mit anderen Worten: „What you do when you don't know what to do“ (Wheatley 1984, S. 1).

Der Brückenkurs „Mathematik für informatiknahe Studiengänge“ ist für etwa 60 bis 80 Studierende ausgelegt und erstreckt sich über zwei Wochen vor Vorlesungsbeginn im Oktober. Die Studierenden nehmen im Umfang von 72 Stunden an dem Kurs teil, wobei hiervon etwa zwei Stunden täglich dem Selbststudium gewidmet sind. Insgesamt besteht die Zielsetzung des Kurses aus folgenden Punkten:

- Erlernen mathematischer und allgemeiner Arbeitsmethoden
- Transfer bekannter Inhalte und Methoden auf neue Situationen
- Selbstständiges Aneignen von mathematischen Inhalten
- Umgang mit mathematischer Denkweise und Sprache.

Thematisch wurde der Kurs so konzipiert, dass überwiegend bekannte Inhalte auf Hochschulniveau neu entdeckt werden. Der Brückenkurs „Mathematik für informatiknahe Studiengänge“ unterscheidet sich in-

haltlich von anderen Mathematik-Brückenkursen, wie z.B. für Wirtschaftsinformatiker/-innen oder Mathematiker/-innen, da der Fokus hier u. a. verstärkt auf Logik, Mengenlehre, Zahlendarstellungen und vollständiger Induktion liegt statt bspw. auf linearer Algebra oder Analysis. Im Detail werden nachfolgende Inhalte thematisiert:

1. Allgemeine Einführung:  
Organisation zum Brückenkurs, heuristische Prinzipien, Beweistechniken
2. Logik und Mengenlehre:  
logische Verknüpfungen, Wahrheitswertetabellen, logische Gesetze, Mengen, Quantoren, Mengenoperationen, Mengenkonstruktion
3. Zahlen und ihre Darstellungen:  
figurierte Zahlen, Zahlen zur Basis  $b$ , Zahlenbereiche  $\mathbb{N}$ ,  $\mathbb{Z}$ ,  $\mathbb{Q}$ ,  $\mathbb{R}$ ,  $(\mathbb{C})$
4. Gleichungen und Ungleichungen:  
Terme, Relationen, Umformungen, neutrale Elemente, Monotonie, Fallunterscheidungen, Abschätzungen
5. Vollständige Induktion:  
Summenformeln, Teilbarkeit und Ungleichungen, figurierte Zahlen, Zahlenfolgen, Logik und Mengen, formale Sprache
6. Funktionen:  
Bild und Urbild, Arität, Komposition, Injektivität, Surjektivität, Bijektivität, Polynome, Exponentialfunktion, Logarithmus
7. Gruppentheorie:  
Halbgruppe, Gruppe, Ring, Körper.

Insbesondere werden diverse Beweistechniken in einem separaten Foliensatz präsentiert und geübt.

Nachdem Rahmenbedingungen, Ziele und Inhalte definiert sind, wird im Folgenden die didaktische Struktur erläutert, welche dem Kurs zugrunde liegt. Zunächst ist der Brückenkurs in einen Präsenzteil und einen Blended-Learning Teil gegliedert, sodass die Vorteile aus beiden Konzepten zum Tragen kommen. Während der Präsenzveranstaltungen kann sich gemeinsam ausgetauscht und der Hochschulbetrieb im Kleinen vorab kennengelernt werden. Zu Beginn der Veranstaltung wird den Studierenden transparent gemacht, was die Ziele des Kurses sind, wie diese erreicht werden sollen und wieso sich für dieses Konzept entschieden wurde. D. h., den Studierenden wird klar kommuniziert, dass ihnen die Problemlösekompetenz mit Hilfe des Erlernens heuristischer Prinzipien näher gebracht wird, um ihr bestehendes Wissen effektiv auf neue Situationen anwenden zu können. Hierbei berufen wir

uns auf folgende heuristische Prinzipien verschiedener Gliederungsebenen (vgl. Lehmann 1990): Analogieprinzip (A), Invarianzprinzip (I), Rückführungsprinzip (R), Transformationsprinzip (T), Zerlegungsprinzip (Z), Systematisches Probieren (P), Vorwärtsarbeiten (VA) und Rückwärtsarbeiten (RA). Diese werden mit Hilfe von Impulsen und mathematischen Beispielen erläutert.

Die eigentlichen Inhalte sind deduktiv aufgebaut, d. h., es wird ähnlich zu Vorlesungen zunächst ein Gegenstand formal mathematisch definiert, welcher die Basis für die direkt daran anschließenden Übungsphasen bildet. In diesem Teil werden Definitionen, Axiome und Eigenschaften in mathematischer Schreibweise eingeführt und erläutert. Häufig wird zu den Definitionen und Eigenschaften ein Beispiel vorgestellt und gemeinsam im Plenum bearbeitet, sodass Denkweisen, Lösungsstrategien und mathematisches Vorgehen transparent werden. Im Anschluss an den theoretischen Teil kommt eine Übungsphase, welche üblicherweise in Gruppen von bis zu vier Studierenden bearbeitet wird. In der Gruppe sollen Ideen ausgetauscht und gemeinsam überlegt werden, wie die Aufgaben gelöst werden können. Dies fordert die Studierenden auf, sich gegenseitig ihre Ideen vorzustellen und verständlich zu machen sowie mathematische Sprache und Symbole richtig zu benutzen. Die Übungsaufgaben sind i. d. R. offene Aufgabentypen, die mehrere Wege oder Lösungen zulassen. Weiter sind die Aufgaben so konzipiert, dass diese im Schwierigkeitsgrad zunehmen, um der Heterogenität über innere Differenzierung gerecht zu werden, d. h. zunächst sind die Aufgaben oft in Analogie zum Musterbeispiel zu lösen und erfordern dann zunehmend mehr Transferleistung. Während der gesamten Übungszeit stehen die Dozierenden für Fragen und ein direktes Feedback sowie für Hilfestellungen zur Verfügung. Im Anschluss daran werden möglichst unterschiedliche Lösungen und Lösungsideen von den Studierenden im Plenum präsentiert und diskutiert. Dadurch werden der Perspektivwechsel von der eigenen Lösung zu anderen Herangehensweisen gefördert sowie verschiedene Zusammenhänge verdeutlicht. Auch werden die Studierenden dazu angehalten, korrekte mathematische Sprache und Schreibweisen zu benutzen. Dieses Vorgehen wird für die gesamte Präsenzzeit über die jeweiligen Teilbereiche hinweg wiederholt.

Der Blended-Learning Teil hingegen besteht primär aus geschlossenen Aufgabentypen, welche die Inhalte der Präsenzphase und den Umgang mit mathematischen Schreibweisen festigen sollen. Es handelt sich hierbei immer um zwei mal 10 Multiple-Choice-Aufgaben zu jedem Thema, welche Zusammenhänge und Definitionen abfragen. Zu jeder ab-

gegebenen Lösung müssen die Studierenden reflektieren, wie sicher sie sich mit ihrer Antwort sind, um sich über die eigene Leistung und ihren Kenntnisstand bewusst zu werden. Anschließend wird die Richtigkeit der Lösungen angezeigt und in einer kurzen Beschreibung begründet, sodass die Studierenden individuell ihr eigenes Wissen selbstständig mit einem direkten Feedback überprüfen können. Das Blendend-Learning Modul wird über die Moodle-Plattform der Universität Potsdam bereitgestellt. Auch die Vorlesungsfolien sind hier vor Vorlesungsbeginn verfügbar. Die Studierenden haben somit die Möglichkeit, sich selbstständig zu organisieren und die Präsenzzeit vor- bzw. nachzuarbeiten. Prinzipiell besteht durch die Bereitstellung aller Unterlagen auf Moodle die Möglichkeit, dass die Studierenden den Brückenkurs im Selbststudium absolvieren, jedoch ist hierbei zu bedenken, dass in diesem Fall jegliche direkte Hilfestellung fehlt, die eigenen Lösungen nur schwer überprüft werden können und bedeutend mehr Zeit veranschlagt werden muss.

Des Weiteren nehmen alle Studierenden an einem je 45-minütigen Eingangs- und Ausgangstest am Anfang bzw. am Ende des Kurses teil, welche die Problemlösekompetenz messen sollen. Die Inhalte dieser Tests beziehen sich ausschließlich auf den schulischen Kontext, um gleiche Voraussetzungen und Vergleichbarkeit zu schaffen. Auch stehen die Aufgaben inhaltlich nicht direkt in Relation zu den thematisierten Inhalten des Kurses, um darauf zurückzuführende Lerneffekte weitgehend auszuschließen. Bei den Tests kommt die Paralleltestmethode zum Einsatz, d. h., dass beide Tests Variationen gleicher Aufgabentypen beinhalten, um die Reliabilität zu gewährleisten. Weiter werden primär offene Aufgaben für die Tests verwendet, welche Transferleistungen von bekanntem Schulwissen erfordern und sich dabei auf gender- und generationenunspecifische Kontexte beziehen, um die Objektivität sicherzustellen. Letztendlich dienen diese Maßnahmen dazu, möglichst valide den Zuwachs der Problemlösekompetenz zu messen.

### **3. Evaluationen**

Im Zuge des Brückenkurses „Mathematik für informatiknahe Studiengänge“ wurden drei verschiedene Evaluationen initiiert, welche den Zuwachs der Problemlösekompetenz sowie den objektiven und subjektiven Nutzen des Kurses ermitteln sollen.

Im Folgenden sind die Teilnehmenden des Brückenkurses nach Studiengang und Geschlecht aufgeschlüsselt. Die Studierenden kommen aus

den Studiengängen der Informatik/Computational Science, Computerlinguistik, Wirtschaftsinformatik, Lehramt Informatik und Mathematik. Insgesamt sind etwa ein Viertel bis ein Drittel der Studierenden Frauen, welche primär der Computerlinguistik und Wirtschaftsinformatik zuzuordnen sind. Hingegen sind die Männer zumeist der Informatik/Computational Science sowie Wirtschaftsinformatik zuzuordnen.

Die erste Evaluation eruiert die Problemlösekompetenz. In Tabelle 1 ist die Verwendung möglicher heuristischer Vorgehensweisen sowie die Korrektheit von Ergebnissen bezüglich der Aufgaben des Eingangs- und Ausgangstests für 2016 und 2017 illustriert. Es ist anzumerken, dass Abweichungen zwischen den Jahrgängen u. a. aus leichten Änderungen der Aufgabenstellungen sowie dem Niveau der Studierenden resultieren können.

Tab. 1: Aufgabenspezifische Verwendung heuristischer Prinzipien und richtige Lösungen der Ein- und Ausgangstests für 2016 und 2017 in Prozent

		2016		2017	
		Eingangstest	Ausgangstest	Eingangstest	Ausgangstest
<b>Aufgabe 1</b>		%	%	%	%
(T)	Formalisieren im Modellbereich	74,60	<b>81,82</b>	61,64	<b>78,00</b>
(T)	Lösen im Modellbereich	50,79	<b>57,58</b>	41,10	<b>74,00</b>
(T)	Rückführen aus Modellbereich	41,27	<b>69,70</b>	65,75	<b>76,00</b>
(I)	Bestimmen Statischer/variabler Fragmente	74,60	<b>78,79</b>	76,71	<b>92,00</b>
(I)	Gruppieren nach Eigenschaften	17,46	<b>24,24</b>	52,05	<b>88,00</b>
(P)	Nutzen systematischer Hilfsmittel	<b>7,94</b>	6,06	<b>16,44</b>	14,00
(P)	Nutzen von Überprüfungsschemata	1,59	<b>6,06</b>	12,33	<b>28,00</b>
	Richtige Lösung a	23,81	<b>48,48</b>	46,58	<b>60,00</b>
	Richtige Lösung b	15,87	<b>27,27</b>	13,70	<b>38,00</b>
<b>Aufgabe 2</b>					
(VA)	Umformen/Instanzieren des Gegebenen	41,27	<b>51,52</b>	41,10	<b>56,00</b>
(VA)	Herleiten des Gesuchten vom Gegebenen	55,56	<b>60,61</b>	89,04	<b>94,00</b>
(VA)	Ableiten von Eigenschaften/Strukturen	<b>79,37</b>	54,55	<b>80,82</b>	62,00



		2016		2017	
		Eingangstest	Ausgangstest	Eingangstest	Ausgangstest
(P)	Nutzen systematischer Hilfsmittel	39,68	<b>45,45</b>	16,44	<b>64,00</b>
(P)	Nutzen von Überprüfungsschemata	11,11	<b>15,15</b>	27,40	<b>74,00</b>
	Richtige Lösung a	85,71	<b>90,91</b>	79,45	<b>82,00</b>
	Richtige Lösung b	42,86	<b>81,82</b>	52,05	<b>82,00</b>
	<b>Aufgabe 3</b>				
(T)	Formalisieren im Modellbereich	<b>53,97</b>	48,48	-	-
(T)	Lösen im Modellbereich	<b>36,51</b>	36,36	-	-
(T)	Rückführen aus Modellbereich	<b>26,98</b>	21,21	-	-
(VA)	Ableiten von Eigenschaften des Gegebenen	-	-	58,90	<b>80,00</b>
(VA)	Abstrahieren/Erweitern des Gegebenen	-	-	58,90	<b>88,00</b>
(VA)	Zurückführen auf Bekanntes	-	-	45,21	<b>78,00</b>
(Z)	Erweitern um zusätzliche Flächen	<b>28,57</b>	27,27	<b>2,74</b>	0,00
(Z)	Zerlegen in Summe der Teilflächen	15,87	<b>21,21</b>	63,01	<b>88,00</b>
	Richtige Lösung	11,11	<b>15,15</b>	28,77	<b>50,00</b>
	<b>Aufgabe 4</b>				
(VA)	Umformen des Gegebenen	79,37	<b>90,91</b>	64,38	<b>94,00</b>
(VA)	Herleiten des Gesuchten vom Gegebenen	<b>4,76</b>	0,00	10,96	<b>14,00</b>
(VA)	Ableiten von Eigenschaften aus Gegebenen	6,35	<b>15,15</b>	10,96	<b>28,00</b>
(RA)	Umformen des Gesuchten	69,84	<b>87,88</b>	39,73	<b>68,00</b>
(RA)	Ermitteln von Eigenschaften des Gesuchten	6,35	<b>15,15</b>	5,48	<b>16,00</b>
(R)	Verweisen auf bekannte Sätze/Definitionen	6,35	<b>15,15</b>	13,70	<b>40,00</b>
(R)	Nutzen der Eigenschaften aus Teilaufgaben	11,11	<b>12,12</b>	1,37	<b>18,00</b>
	Richtige Lösung a	26,98	<b>69,70</b>	30,14	<b>54,00</b>
	Richtige Lösung b	6,35	<b>15,15</b>	4,11	<b>18,00</b>

Aufgabe 1 betrachtet hierbei das Transformationsprinzip (T), Invarianzprinzip (I) und systematisches Probieren (P). Gegeben ist eine Textaufgabe, welche ein lineares Gleichungssystem induziert. Die Studierenden müssen die statischen und variablen Fragmente des Textes bestimmen und in Beziehung zueinander setzen, was mit Hilfe von Gleichungen, Tabellen oder anderen Strukturen realisiert werden kann. Nachdem die Informationen in einem geeigneten Modell repräsentiert wurden, wird die Aufgabe in diesem Modell gelöst und anschließend das Ergebnis aus dem Modellbereich zurückgeführt. Es zeigt sich, dass die Studierenden nach Absolvieren des Kurses deutlich häufiger in der Lage sind, ihr bestehendes Wissen zu nutzen, um Inhalte in ein mathematisches Modell abzubilden und in diesem Modellbereich zu arbeiten. Weiter fällt auf, dass die Studierenden weniger oft systematisch probieren, dafür jedoch häufiger ihre Ergebnisse überprüfen und auch häufiger zum richtigen Ergebnis finden. Es ist auch zu bemerken, dass systematisches Probieren nun oft mehr der Validierung der eigenen Ergebnisse zu dienen scheint und weniger der Lösungsfindung. Darüber hinaus fällt es den Studierenden auch deutlich leichter, den Grund für die Lösbarkeit des linearen Gleichungssystems (Aufgabenteil b) anzugeben, obwohl eine mathematisch einwandfreie Lösung Werkzeuge der linearen Algebra benötigt.

Aufgabe 2 zielt auf Vorwärtsarbeiten (VA) und systematisches Probieren (P). Gegeben ist eine Figurenfolge, bestehend aus Würfeln, zu welcher die Anzahl der Würfel eines bestimmten Elements der Folge gesucht ist sowie eine zugehörige Formel, welche die Folge beschreibt. Es ist zu beobachten, dass zum Ende des Kurses deutlich weniger Studierende die Struktur der Figurenfolge sichtbar ableiten, jedoch die Zuhilfenahme von Tabellen und Instanziierungen der ersten Muster sowie das Nutzen von bekannten Eigenschaften dazu beitragen, eine Formel für diese Folge abzuleiten. Erneut fällt auf, dass die Studierenden im Ausgangstest häufiger die abgeleitete Formel nutzen, um die Anzahl der Würfel zu ermitteln bzw. zu überprüfen. Signifikant ist der Anstieg der Studierenden, welche am Ende des Kurses in der Lage waren, erfolgreich eine Formel für die Folge herzuleiten.

Aufgabe 3 zielt auf das Zerlegungsprinzip (Z) und Transformationsprinzip (T) im Jahr 2016 bzw. das Vorwärtsarbeiten (VA) im Jahr 2017. Diese starke Abweichung der Jahrgänge hängt mit einer, wie sich zeigte, tendenziell unverständlichen Aufgabenstellung zusammen, sodass diese im folgenden Jahr umformuliert wurde und dadurch das Zerlegungsprinzip deutlicher zum Tragen kam. Ziel der Aufgabe ist es, eine Flächen-

inhaltsformel für eine gegebene Fläche zu ermitteln. Im Jahr 2016 war zu beobachten, dass diese Aufgabe aufgrund der Formulierung nur von wenigen Studierenden bearbeitet wurde, d. h. die Studierenden scheiterten oft an der Überführung in einen mathematischen Modellbereich. Weiter war zu beobachten, dass die Idee der Zerlegung teilweise vorhanden war, jedoch unzureichende mathematische Kenntnisse dazu führten, dass diese Aufgabe nicht weiter bearbeitet werden konnte. Im Jahr 2017 stand die Zerlegung im Fokus, um die Hürden des Vorjahres abzubauen. Hierbei wurde deutlich, dass die Studierenden sehr viel erfolgreicher ihre bestehenden Kenntnisse einbringen konnten und schließlich auch zur richtigen Lösung fanden. Die Diskrepanz zwischen den richtigen Ideen und Lösungen resultiert erneut aus mangelnden mathematischen Grundkenntnissen.

Aufgabe 4 ist dem Vorwärtsarbeiten (VA), Rückwärtsarbeiten (RA) und dem Rückführungsprinzip (R) gewidmet. Ziel der Aufgabe ist es, eine Gleichheit zu zeigen (Teil a) sowie einen Term so weit wie möglich zu vereinfachen (Teil b). Die Aufgabe lässt sich einerseits durch bloßes Ausrechnen lösen, was jedoch häufig zu Fehlern führte. Andererseits lässt sich diese Aufgabe auch mit Hilfe von geschickten Umformungen und dem Nutzen von bekannten Gleichheiten lösen, was zumeist fehlerfrei funktionierte. Es ist deutlich zu beobachten, dass die Kombination des Vorwärts- und Rückwärtsarbeitens zu signifikant mehr richtigen Lösungen führte. Dies wird gestützt durch die Tatsache, dass nur sehr wenige Studierende versuchten, die Aufgaben durch bloßes Vorwärtsarbeiten zu lösen. Weiter lässt sich beobachten, dass die Mehrheit der Studierenden es weiter vorzieht, diese Aufgaben rein rechnerisch zu lösen, statt über die Eigenschaften der Teilterme zu gehen. Trotzdem entschieden sich deutlich mehr Studierende als zuvor, mathematische Eigenschaften zu nutzen, um die Aufgabe elegant zu lösen. Insbesondere zeigte sich, dass alle Studierenden, die für Teil b die Erkenntnis aus Teil a benutzt haben, auch die richtige Lösung fanden. Hingegen scheiterte hier der Großteil der Studierenden, die versuchten, die Aufgabe direkt rechnerisch zu lösen.

Insgesamt lässt sich ein Anstieg der Nutzung der heuristischen Prinzipien beobachten. Weiter gilt, dass signifikant mehr richtige Lösungen gefunden wurden. Folglich liegt die Vermutung nahe, dass das strukturiere Vorgehen, bedingt durch die heuristischen Prinzipien, erheblich zum erfolgreichen Bearbeiten der Aufgaben beiträgt. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass diese noch weiteren Einflüssen ausgesetzt sind, welche die Resultate verzerren können. Bspw.

kann die Auswertung der Tests nur sekundär den Lernzuwachs von mathematischen Grundkenntnissen während des Kurses berücksichtigen, was demzufolge zu einem unkorrelierten Verhältnis der Nutzung von heuristischen Prinzipien und dem Lösungserfolg führen kann. Auch unterliegen fakultative Angebote oft einer gewissen Regression. Nun stellt sich die Frage, welche Gruppe von Studierenden der Regression der Teilnehmerzahlen zuzuordnen ist und welche nicht. Es ist durchaus denkbar, dass weniger erfolgreiche und unterforderte Studierende nicht kontinuierlich teilnehmen. Weiter heißt die bloße Abwesenheit von Indikatoren zur Nutzung von heuristischen Prinzipien nicht, dass diese nicht doch implizit genutzt wurden. Folglich sind die präsentierten Ergebnisse mehr ein erstes Indiz für den Erfolg des Konzepts, welcher sich erst durch weitere Evaluationen verdichtet.

Die zweite Evaluation versucht die objektive Reichweite des Kurses zu illustrieren, d. h. der Studienerfolg der Studierenden mit und ohne Brückenkurs wird hinsichtlich der Klausurergebnisse in der theoretischen Informatik untersucht.

In Tabelle 2 werden Studierende mit und ohne Brückenkurs verglichen, welche erstmalig an der Klausur in der theoretischen Informatik teilgenommen haben. Der Vergleich wird hinsichtlich Bestehensquote, Durchschnittsnote und den besten 20 % der Klausurteilnehmenden geführt. Die Einschränkung auf Teilnehmende mit Erstversuch wurde getroffen, um mögliche weitere Einflüsse zwischen der Brückenkursteilnahme und dem Prüfungsversuch der theoretischen Informatik auszuschließen. Insgesamt zeigt sich eine 2–3 % höhere Bestehensquote der Brückenkursteilnehmenden gegenüber Studierenden, welche keinen Brückenkurs besuchten. Insbesondere ist zu beobachten, dass sich die Durchschnittsnote der Brückenkursteilnehmenden von 2016 zu 2017 signifikant verbessert hat im Vergleich zur Referenzgruppe. Des Weiteren hat sich aus dem Brückenkurs der Anteil der besten 20 % der Studierenden von 30 % auf über 57 % gesteigert. Der signifikante Anstieg der Bestehensquote zwischen den Jahren 2016 und 2017 ist eventuell primär auf ein modifiziertes Zulassungsverfahren für die Klausur zurückzuführen, welches Gruppen- und Einzelleistungen der Studierenden berücksichtigt. Der steigende Anteil der besten 20 % der Studierenden mit Brückenkursteilnahme unterliegt weiteren Einflüssen, wie einer möglicherweise leistungsstarken Kohorte im Jahr 2017 im Allgemeinen sowie der möglichen Neigung zur Teilnahme am Brückenkurs tendenziell leistungsstarker Studierender.

Tab. 2: Gegenüberstellung des Erfolgs Studierender mit Klausurerstversuch der theoretischen Informatik 1 mit und ohne Brückenkurs

		<b>mit Brückenkurs</b>	<b>ohne Brückenkurs</b>
2016	Bestanden	<b>70,59 %</b>	67,57 %
	Durchschnittsnote	3,55	<b>3,54</b>
	Beste 20 %	30 %	<b>70 %</b>
2017	Bestanden	<b>93,33 %</b>	91,67 %
	Durchschnittsnote	<b>2,88</b>	3,29
	Beste 20 %	<b>57,14 %</b>	42,86 %

Bedauerlicherweise stehen keine Daten aus den vorhergehenden Jahren zur Verfügung, sodass bezüglich der Neukonzipierung an dieser Stelle keine Aussage getroffen werden kann. Insgesamt lässt sich jedoch festhalten, dass eine Brückenkursteilnahme einen positiven Effekt auf die objektiven Klausurleistungen in der theoretischen Informatik hat.

Die dritte Evaluation versucht, den subjektiven Nutzen des Kurses aus dem Jahr 2017 zu erfassen. Mit Hilfe einer Onlineumfrage (vgl. Schellhorn/Frank 2018) werden Studierende nach den Auswirkungen des Kurses auf verschiedene Aspekte befragt. Hierbei zeigt sich, dass 50 % bis 77 % der Studierenden ihren Erkenntniszuwachs als eher hoch einschätzen. Primär wurden die Übungsphasen als maßgeblich dafür empfunden, wobei hier die Studierenden selbstständiges Lösen, Gruppenarbeit, den gemeinsamen Vergleich mehrerer Lösungswege im Plenum sowie die individuellen Hilfestellungen unterschiedlich präferierten. Vereinzelt wurden auch die Blended-Learning Aufgaben sowie das Selbststudium als hilfreichstes Element für den Erkenntniszuwachs genannt.

Die Fokussierung auf die Problemlösekompetenz wird von 55 % bis 69 % der Studierenden als hilfreich empfunden. Weiter ist bei 86 % der Studierenden die Motivation gegenüber dem eigenen Studiengang gestiegen oder gleich geblieben und zwischen 64 % und 82 % der Studierenden fühlen sich nach der Teilnahme am Brückenkurs tendenziell besser auf das Studium vorbereitet. Zwischen 87 % und 91 % der Studierenden würden den Brückenkurs ihren Kommiliton/-innen weiterempfehlen. In der Umfrage selbst spiegelte sich unter den Teilnehmenden das Geschlechterverhältnis zwischen Frauen (27 %) und Männern (73 %) wieder. Dabei hat keine/-r der Studierenden eine explizite Förderung einzelner Gruppen wahrgenommen und dies wäre auch nur in wenigen Ausnahmefällen, wie bspw. bei Studierenden mit Handicap, gewünscht worden. Als problematisch wurden primär eine zu geringe Be-

arbeitszeit der Aufgaben bzw. zu schnell besprochene Inhalte zurückgemeldet. Weiter wurde von den Studierenden angemerkt, dass die zwei Wochen als zu kurz und die fünf Stunden pro Tag als zu anstrengend empfunden wurden.

#### **4. Fazit**

Insgesamt lässt sich festhalten, dass die Studieneingangsphase sehr wichtig und teilweise maßgeblich für den Studienerfolg ist. Insbesondere sollte dem Spannungsfeld des Ist-Zustandes der Hochschullehre und den Erwartungen an die Studierenden in den ersten Semestern entgegen werden. Dementsprechend sollte zu Studienbeginn der Fokus vom inhaltlichen und dozentenorientierten zum methodischen und studienorientierten Schwerpunkt verschoben werden, um die Studieneingangsphase möglichst lerntheoretisch plausibel zu strukturieren. Die Evaluationen zum Brückenkurs „Mathematik für informatiknahe Studiengänge“ belegen einen positiven Effekt von didaktisch sinnvoll konzipierten Angeboten in der Studieneingangsphase. Insbesondere scheint die Problemlösekompetenz geeignet, um Studierende nachhaltig auf das Studium vorzubereiten. Jedoch scheint aufgrund der sehr kurzen und intensiven Begegnung in den Brückenkursen der Mehrwert dieser Konzeptionen geschmälert zu werden.

Demzufolge scheinen Brückenkurse tendenziell eine gute temporäre Lösung zu sein, um die Studieneingangsphase zu verbessern. Die Studierenden profitieren langfristig vermutlich stärker von einem mehrmonatigen Angebot, welches grundlegende Kompetenzen, Werkzeuge und Vorgehensweisen ausführlicher übt und diskutiert, ähnlich konzipiert wie der Brückenkurs „Mathematik für informatiknahe Studiengänge“ an der Universität Potsdam.

Empfehlenswert für die Studieneingangsphase ist also, die Konzepte den Erwartungen an die Studierenden anzupassen sowie die Transparenz dieser Erwartungen zu gewährleisten. Insbesondere sollten zunächst Methoden und dann Inhalte vermittelt werden, um das Handwerkszeug zum Bearbeiten anspruchsvoller Inhalte voraussetzen zu können. Hierzu empfiehlt es sich, bereits bestehende Angebote der Universität zu nutzen und dem Grundstudium vorrauszustellen bzw. parallel zu integrieren. Auf diese Weise besteht die Möglichkeit, mit relativ geringem Aufwand flexibler auf den individuellen Bedarf der Studierenden einzugehen.

## Literaturverzeichnis

- Bachmann, H. (2014): Hochschullehre neu definiert – shift from teaching to learning. In: Bachmann, H. (Hrsg.): Kompetenzorientierte Hochschullehre. Die Notwendigkeit von Kohärenz zwischen Lernzielen, Prüfungsformen und Lehr-Lern-Methoden. Bern: hep verlag ag, S. 14–33.
- Hippel, A. v./Tippelt, R. (2009): Adressaten-, Teilnehmer- und Zielgruppenforschung. In: Tippelt, R./Hippel, A. v. (Hrsg.): Handbuch Erwachsenenbildung/Weiterbildung. Wiesbaden: VS Verlag, S. 801–811.
- Lehmann, G. (1990): Die Vermittlung heuristischer Strategien im Mathematikunterricht. In: Glatfeld, M. (Hrsg.): Finden, Erfinden, Lernen: Zum Umgang mit Mathematik unter heuristischen Aspekten. Frankfurt a. M., New York, Paris: Peter Lang, S. 19–37.
- Schellhorn, S./Frank, M. (2018): Ergebnisbericht Kurs-Evaluation WiSe 2017 Kurs: „Brückenkurs Mathematik für informatiknahe Studiengänge“. URL: <https://www.cs.uni-potsdam.de/pep-ergebnisbericht17.pdf> [Zugriff: 27. 06. 2018].
- Wheatley, G. H. (1984): Problem Solving in School Mathematics. MEPS Technical Report 84.01. West Lafayette, Indiana: Purdue University, School of Mathematics and Science Center.
- Wild, E./Esdar, W. (2014): Eine heterogenitätsorientierte Lehr-Lernkultur für eine Hochschule der Zukunft. Fachgutachten im Auftrag des Projekts nexus der Hochschulrektorenkonferenz.
- Wildt, J. (2002): Ein hochschuldidaktischer Blick auf Lehren und Lernen. In: Berendt, B./Voss, H. P./Wildt, J. (Hrsg.): Neues Handbuch Hochschullehre. Berlin: Raabe.