

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Die Bedeutung von Übungsphasen für das Studium	3
3. Online-Lehre an der HFT Stuttgart	4
3.1 Das Lehrkonzept in der Mathematik	4
3.2 Das Lehrkonzept in der Informatik	5
4. Fragestellungen	6
5. Methode	6
6. Ergebnisse	7
6.1 Sind die Lernressourcen für die Studierenden nutzbar?	7
6.2 Wie schätzen die Studierenden ihren Lernerfolg hinsichtlich der Online- Lehrveranstaltung ein?	8
6.3 Werden die Studierenden durch die Online-Übungsangebote unterstützt?	9
6.4 Auf welche (Online-) Angebote greifen die Studierenden im Selbststudium zurück?	11
6.5 Wie werden Online-Übungsangebote von den Studierenden bewertet?	13
7. Einordnung, Diskussion, Ausblick	15
Literaturverzeichnis	17
Autorinnen und Autoren	18

1. Einleitung

Aufgrund der schnellen Verbreitung von Covid-19 in Deutschland Mitte März 2020, wurde der Vorlesungsbeginn des Sommersemesters 2020 an Hochschulen und Universitäten in Baden-Württemberg offiziell auf den 20. April 2020 festgelegt. Unmittelbar nach dieser Maßnahme haben Lehrende an der Hochschule für Technik Stuttgart (HFT) reagiert und ihre bisherigen Lehr-Lernkonzepte auf digitale Formate umgestellt. So konnten an der HFT Stuttgart bereits eine Woche nach dem ursprünglich geplanten Semesterbeginn Mitte März hochschulweit vorgezogene Online-Lehrangebote gemacht werden. In dieser kurzen Planungs- und Umsetzungsphase für die Online-Angebote blieben die Studierenden und ihre individuellen Lernprozesse und -bedarfe bei der Konzeption der digitalen didaktischen Designs im Vordergrund. Es bestand also nicht nur der Anspruch, das

Lehrangebot quantitativ in einer digitalen Form sicherzustellen, sondern den Studierenden in diesem außergewöhnlichen Semester insbesondere auch hinsichtlich der Qualität der Lehrangebote gute Online-Lehre anzubieten.

Die in diesem Artikel betrachteten Grundlagenvorlesungen in Mathematik und Informatik an der HFT Stuttgart zeichnen sich dadurch aus, dass die Studierenden neben grundlegenden Fachkenntnissen speziell auch die Anwendung ausgewählter Verfahren erlernen, was von didaktischer Seite durch einen hohen Übungsanteil in der Lehrveranstaltung ermöglicht wird. In beiden Fächern lag der Schwerpunkt der Lehrenden bei der Konzeption der Online-Angebote somit vor allem darauf, die Übungsanteile der Veranstaltungen optimal für den Kompetenzerwerb der Studierenden nutzbar zu machen. Die Umsetzung dieser Zielvorgabe erfolgte in den beiden Fächern anhand von Online-Präsenzübungen, wobei die Lehrenden auf unterschiedliche Vorarbeiten zurückgreifen konnten. Für das didaktische Design der Informatikvorlesung stellte sich die neue Situation, die zeitlich sehr großzügig bemessenen Übungsanteile der Veranstaltung „Programmieren I“ in Online-Angebote zu überführen. In den hier ebenfalls betrachteten mathematischen Grundlagenvorlesungen kam bereits in mehreren Semestern das digitale Lehrkonzept „Computer-begleitetes Lernen“ (CBL) zum Einsatz, das im Zuge des Teilprojekts „Ingenieurmathematik“ des QPL-Projekts „Effektiver Studieren II“ an der HFT Stuttgart entwickelt wurde (Knebusch, Pfeiffer & Wandler 2019). Im Projektverlauf entstand eine umfangreiche Bibliothek an Lehrvideos, interaktiven Aufgaben und Moodle-Tests, um den Studierenden ein Lernen, Üben und damit Vertiefen der Inhalte zu ermöglichen. Das Konzept CBL setzt dabei auf digitale Lehre innerhalb von Präsenzvorlesungen, was sowohl individuelles als auch kooperatives Lernen ermöglicht. Für das didaktische Design der Online-Veranstaltungen in den Mathematikvorlesungen stand somit bereits ein breites Spektrum an digitalen Lehrmedien zur Verfügung. Die Herausforderung lag darin, das bewährte Konzept CBL in die Online-Lehre zu übertragen.

Um zu analysieren, inwieweit die didaktische Transformation der traditionellen Präsenzanteile in Online-Präsenzen aus Sicht der Studierenden erfolgreich umgesetzt werden konnte, wurde untersucht, (1) ob die Studierenden die Online-Angebote überhaupt technisch nutzen konnten, (2) wie die Studierenden ihren Lernerfolg eingeschätzt haben, (3) welche Unterstützungsangebote von den Studierenden wahrgenommen wurden und (4) wie sie diese Angebote bewertet haben. Hierfür wurden die Studierenden zu drei Zeitpunkten im Semester sowohl quantitativ als auch qualitativ befragt. Bevor die Ergebnisse der Befragung vorgestellt werden, wird im Folgenden zunächst die Relevanz von Übungsphasen für den Kompetenzerwerb von Studierenden spezifiziert und anschließend die beiden hier untersuchten Grundlagenvorlesungen und ihre didaktischen Designs erläutert. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse der Analyse und die Einordnung in die aktuelle Diskussion hinsichtlich didaktischer Designs von Online-Übungsangeboten schließen diesen Beitrag ab.

2. Die Bedeutung von Übungsphasen für das Studium

Die vorliegende Arbeit betrachtet die Qualität von online angebotenen Übungen bzw. Übungsphasen in unterschiedlich konzipierten Lehrveranstaltungen. Übungen stellen im Prozess des Kompetenzerwerbs einen wichtigen Faktor dar (Lerche 2012). Sie festigen das Wissen, die Fähigkeiten und Fertigkeiten von Lernenden und ermöglichen im Rahmen des organisierten Lehrens und Lernens auf Fehlerkonzepte einzugehen und eine positive Fehlerkultur zu etablieren. Übungen und Übungsphasen sind daher u. a. an Hochschulen ein fester Bestandteil im didaktischen Design zahlreicher Lehrveranstaltungen, um den Lernerfolg der Studierenden zu sichern. Nach dem Modell des Constructive Alignment zur Gestaltung von Lehr-Lernprozessen (Biggs & Tang 2011), erfolgen didaktische Entscheidungen, Planung und Durchführung von Lehr-Lernarrangements in Abstimmung mit den Learning Outcomes der Studierenden. Letztere bilden das maßgebende Entscheidungskriterium für die Wahl der Lehr-Lernmethoden und Lernaktivitäten, wie z. B. Übungen, sowie der Prüfungsform. Für den Lernerfolg der Studierenden in Lehrveranstaltungen, also das Erreichen der Learning Outcomes, sind neben den studienrelevanten Vorkenntnissen (fachbezogen, z. B. bei mathematischen Grundlagen und überfachlich, z. B. in Bezug auf unterschiedliche Bildungsherkunft) insbesondere die Ausgestaltung der Lehrveranstaltung(en) relevant, so dass Lehrende mit der Auswahl eines geeigneten Lehr-Lernkonzepts aktiv zum Lernerfolg ihrer Studierenden beitragen können (vgl. Lerche 2012). Für die Formulierung von Learning Outcomes zu Beginn und als Ausgangspunkt weiterer didaktischer Entscheidungen bieten Taxonomien eine Orientierung, um Wissens- und Kompetenzstufen systematisch festzulegen (Wunderlich 2016; Anderson et al. 2001; Bloom 1972). Bei kognitiven Lernzielen differenzieren Anderson et al. (2001) zwischen den sechs Stufen erinnern, verstehen, anwenden, analysieren, evaluieren und kreieren. Die Planung und der Einsatz von Übungen und Übungsphasen in Lehrveranstaltungen ist z. B. dann didaktisch sinnvoll, wenn das selbständige Anwenden, also das praktische Umsetzen eines Modells, das systematische Vorgehen bei der Problemlösung etc., von den Studierenden erlernt werden soll. Die Herausforderung beim didaktischen Design in den sogenannten Grundlagenfächern stellt sich darin, ein geeignetes Maß zwischen theoretischen, inhaltsvermittelnden Phasen und praktischen Übungen zu finden. Im Hochschulkontext ist dieses Verhältnis teilweise bereits vorgegeben, wenn im Curriculum ein Verbund aus Vorlesung und Übung (und/oder ergänzendem Tutorium) verankert ist. Eine zusätzliche Hürde besteht darin, die bereits gut erprobten und eingesetzten Übungsanteile und -phasen in ein didaktisches Online-Design zu überführen, das auch weiterhin den Lernerfolg der Studierenden in den Mittelpunkt stellt (Kerres 2018).

In den hier betrachteten mathematischen Grundlagenvorlesungen „Analysis 1“ und „Mathematik 2“ sind Übungsphasen in die Vorlesung integriert, welche durch

das Tutorium ergänzt werden. Die Übungsphasen sind hier als wesentlicher Teil des Lernprozesses implementiert und folgen einem progressiven Modell: Im Einstiegsniveau müssen neu eingeführte Gesetzmäßigkeiten, Lösungsalgorithmen oder Beweisverfahren auf Probleme angewendet werden, die in sehr ähnlicher Form bereits als Beispiel besprochen wurden. Hierauf aufbauend, werden die Studierenden mit zunehmend komplexeren Problemen konfrontiert, die auch Vernetzung, kreative Ansätze oder abgewandelte Verfahren benötigen. Bei den Live-Vorlesungen sind die grundlegenden Übungen tendenziell Bestandteil der Vorlesung und die weiterführenden Aufgaben Teil des Selbstlernanteils und des Tutoriums. Bei den Vorlesungen, die auf Online-CBL basieren, sind die grundlegenden Übungen bereits Teil des Selbststudiumsanteils und die komplexeren Übungen Teil der Vorlesung.

In der Veranstaltung „Programmieren 1“ umfasst die Übungsphase mit 4 SWS zwei Drittel der veranschlagten Präsenzzeit, ein freiwilliges Tutorium im Umfang von 2 SWS wird zusätzlich angeboten. Die Aufgaben nehmen das laufende Anwendungsbeispiel der Vorlesung auf und erweitern es zunehmend um kleine, in sich abgeschlossene Programmierprojekte. So vertiefen die Studierenden zum einen die vermittelten Inhalte, zum anderen üben sie das Umsetzen von in sich abgeschlossenen Projekten. Im Online-Sommersemester 2020 veränderte sich der Fokus der angebotenen Übungszeit: Statt im Computerlabor mit Unterstützung der Lehrenden eigenständig die Aufgaben zu bearbeiten, bereiteten die Studierenden die Lösungen so weit wie möglich zu Hause vor. In den (online) Übungssitzungen wurde eine Musterlösung durch die Lehrenden erstellt und kommentiert sowie noch offene Fragen beantwortet.

3. Online-Lehre an der HFT Stuttgart

Für einen umfassenden Einblick in die hier untersuchten Lehrveranstaltungen, werden diese im Folgenden näher betrachtet. Zwei der drei Veranstaltungen vermitteln Inhalte im Grundstudium der Bachelorstudiengänge Mathematik bzw. Informationslogistik, eine Veranstaltung zählt zum Grundstudium der Bachelorstudiengänge Informatik und Wirtschaftsinformatik. Die Veranstaltungen unterscheiden sich in ihren zugrundeliegenden Lehrkonzepten, teilen aber eine Ausrichtung mit hohen Übungsanteilen, die üblicherweise in Präsenz stattfinden.

3.1 Das Lehrkonzept in der Mathematik

Im Bereich Mathematik wurden zwei Vorlesungen evaluiert: zum einen die Vorlesung „Analysis 1“ im Studiengang Mathematik, zum anderen die Vorlesung „Mathematik 2“ im Studiengang Informationslogistik. Die Vorlesung „Analysis 1“ hat einen Umfang von 12 SWS, die Vorlesung „Mathematik 2“ hat einen Umfang von 4 SWS. Beide Vorlesungen sind als seminaristische Vorlesungen mit integrierten

Übungen konzipiert und werden durch ein Tutorium (2 SWS) ergänzt. Als Ersatz für die Sprechstunde konnten die Studierenden jederzeit Fragen per E-Mail an den Dozenten oder die Tutoren schicken.

Die Vorlesungen „Analysis 1“ (üblicherweise ca. 20 Teilnehmende) und „Mathematik 2“ (üblicherweise ca. 30 Teilnehmende) weisen ein sehr unterschiedliches Niveau auf, wobei auch die Studierendengruppen in ihrer Ausrichtung sehr unterschiedlich sind. Dennoch bleibt als gemeinsame primäre didaktische Herausforderung, den Studierenden die aus ihrer Sicht sehr abstrakten und komplexen Inhalte näher zu bringen und entsprechende Problemlösungskompetenzen zu entwickeln. Daher wurde bei der Konzeption der Online-Lehre für beide Vorlesungen ein ähnliches didaktisches Design verwendet. Hierbei lässt sich das Konzept CBL aus den Präsenzveranstaltungen nicht direkt auf die Online-Lehre übertragen. Abhängig von den durch die Inhalte vorgegebenen didaktischen Randbedingungen wurde ein Teil der Vorlesungen als live Online-Vorlesungen gehalten, in denen die Studierenden neben theoretischen Aspekten meist mit direkter Instruktion angeleitet wurden, bestimmte Lösungsalgorithmen bzw. Beweisverfahren anzuwenden und diese dann in weiteren Übungen zu vertiefen. Die vorhandenen digitalen Lehrmaterialien und Tests dienen hier dem vertiefenden Selbststudium. Ein weiterer Teil der Vorlesung verlief als Online-CBL, indem die Studierenden anhand von Arbeitspaketen (Videos, Aufgaben und Tests) Inhalte im Selbststudium vorbereiteten und der Dozent per E-Mail bei Rückfragen zur Verfügung stand. Die Online-Vorlesung wurde dann als gemeinsame Übungsstunde verwendet, um auf komplexe Probleme einzugehen. Wichtiger Eckpfeiler in dieser Konzeption ist der hohe Stellenwert des eigenständigen Bearbeitens von Aufgaben; hierfür wurde insgesamt der Übungsanteil innerhalb der Vorlesung erhöht.

3.2 Das Lehrkonzept in der Informatik

Die Vorlesung „Programmieren 1“ vermittelt die Grundlagen der objektorientierten Programmierung in Java und umfasst in der Regel Gruppen von ca. 80 Studierenden aus zwei Studiengängen. Eine besondere Herausforderung birgt die Heterogenität der Vorkenntnisse bei den Teilnehmenden: Einige bringen schon einschlägige Erfahrungen mit, andere programmieren zum ersten Mal. Neben der Vorlesung mit einem Umfang von 2 SWS, die in diesem Semester in einem asynchronen Format als Lehrvideo durchgeführt wurde, wird eine Übung im Umfang von 4 SWS angeboten. Normalerweise dient sie zur Hilfestellung bei der eigenständigen Beschäftigung mit den Programmieraufgaben. Die Studierenden arbeiten üblicherweise im PC-Raum an der Hochschule und werden von zwei Lehrpersonen angeleitet, motiviert und bei Problemen unterstützt.

Bei der Übertragung des Übungsangebots in eine digitale Form war klar, dass dieses Format nicht direkt abbildbar ist. Aus diesem Grund wurde auf Grundlage des Modelllernens (Bandura 1963) das didaktische Design wie folgt angepasst:

Die Lehrenden demonstrieren den richtigen Lösungsweg, erklären typische Schwierigkeiten und klären Fragen der Studierenden. Dabei ist vorgesehen, dass die Studierenden die Aufgaben zunächst allein bearbeiten, so dass sie in der Übung konkrete Fragen stellen können. Es wird nicht erwartet, dass die Aufgaben im Selbststudium immer vollständig und fehlerfrei gelöst werden. Dieses Konzept für die Übungen in der Informatik adressiert durch das schrittweise Entwickeln der richtigen Lösung eine häufig beobachtete Schwierigkeit der Programmiererfahrungen: den richtigen Ansatz zu finden. Zur weiteren Unterstützung beim Selbststudium wird den Studierenden darüber hinaus ein termingebundenes Live-Tutorium, ein ständig verfügbares Online-Forum im LMS (Moodle) und der Kontakt zu den Lehrenden per E-Mail angeboten.

4. Fragestellungen

In dieser Arbeit soll der Frage nachgegangen werden, wie Studierende in MINT-Fächern die Online-Übungs- und Unterstützungsangebote im Rahmen von Grundlagenvorlesungen nutzen und hinsichtlich ihres Lernprozesses bewerten. Dies soll anhand der folgenden vier untergeordneten Fragestellungen erörtert werden:

1. Sind die Online-Lehrveranstaltungen für die Studierenden technisch nutzbar?
2. Wie schätzen die Studierenden ihren Lernerfolg ein?
3. Werden die Studierenden durch die Online-Übungsangebote unterstützt?
4. Auf welche (Online-) Angebote greifen die Studierenden im Selbststudium zurück und wie bewerten sie diese?

5. Methode

Zur Beantwortung der Fragestellungen wurden Studierende aus vier Bachelorstudiengängen semesterbegleitend zu ihren Erfahrungen im Rahmen von Online-Veranstaltungen und ihren Lernerfahrungen befragt. Insgesamt haben an der Befragung 15 Studierende aus dem Studiengang Mathematik (MB), 12 Studierende der Informationslogistik (IL) und 31 Informatik- und Wirtschaftsinformatikstudierende (IF/WI) teilgenommen. Die Befragungen wurden online über das Feedback-Tool in Moodle durchgeführt. Die erste Befragung erfolgte vier Wochen nach Vorlesungsbeginn (T1) mit dem Schwerpunkt auf technische Aspekte, die Nutzbarkeit des Lehrangebots für das Selbststudium und die Selbsteinschätzung der Studierenden zum eigenen Lernerfolg. In der zweiten Befragung der Studierenden zur Semestermitte (T2), wurde der Fragenkanon um die Wirksamkeit ausgewählter Interaktionsangebote in Online-Phasen erweitert. In beiden Befragungen konnten die Studierenden über Einfach- bzw. Mehrfachauswahl ihre Einschätzungen

abgeben. Die letzte Befragung zu Semesterende (T3) zielte auf die Bewertung der Übungsangebote im Rahmen der Online-Lehrveranstaltungen ab. Hier konnten die Studierenden in Freitextfragen hilfreiche und erschwerende Aspekte der Übungsanteile benennen sowie konstruktive Vorschläge zur Verbesserung machen.

6. Ergebnisse

Die im Folgenden präsentierten Ergebnisse werden in der Reihenfolge der Fragestellungen aufgeführt und beginnen mit den Einschätzungen der Studierenden zur Studierbarkeit des Online-Semesters aus technischer und inhaltlicher Sicht.

6.1 Sind die Lernressourcen für die Studierenden nutzbar?

Die technische Nutzbarkeit der angebotenen Lernressourcen stellt die grundlegende Voraussetzung dafür dar, dass die angebotenen Online-Lehr-Lernangebote überhaupt in den Lernprozess der Studierenden einfließen. Daher wurde in der ersten Erhebung dieser Aspekt abgefragt, und zwar getrennt nach zeitlich flexibel nutzbaren Angeboten (wie Lehrvideos) und nach Live-Angeboten (wie Übungen per Webkonferenz).

Es zeigte sich, dass die zeitlich flexibel nutzbaren Angebote über alle Studiengänge hinweg hinsichtlich der Qualität besser nutzbar waren (N=57): 93% der Studierenden konnten die Videos in technisch guter Qualität nutzen (vgl. Abb. 1), aber nur 88% hatten einwandfreien Zugriff auf die Live-Sitzungen, weitere 11% konnten teilnehmen, aber mit schlechter Bild- oder Tonqualität. Gar nicht nutzen konnte das Online-Angebot nur eine Person.

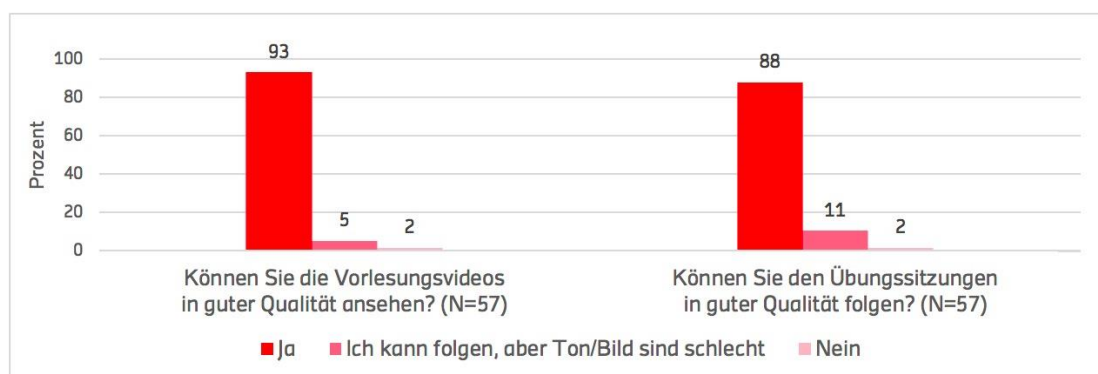


Abb. 1: Rückmeldung zur technischen Qualität der Online-Lehrangebote zu T1.

6.2 Wie schätzen die Studierenden ihren Lernerfolg hinsichtlich der Online-Lehrveranstaltung ein?

Zu T1 und T2 wurde erhoben, wie die Studierenden ihren eigenen Lernerfolg einschätzen. Die Antworten geben einen Hinweis auf die Studierbarkeit des Online-Semesters (hinsichtlich der Learning Outcomes) aus Sicht der Studierenden. In der Informatik zeigt sich zunächst ein positives Bild: Zu T1 (N=31) melden 23% der Teilnehmenden zurück, dass die Inhalte für sie Wiederholung sind (vgl. Abb. 2). Hier zeigt sich die oben angesprochene Heterogenität der Vorkenntnisse. Weitere 35% der Teilnehmenden geben an, dass sie alles gut verstanden haben. Die übrigen 42% haben zumindest die wichtigsten Punkte mitgenommen, befürchten aber Lücken.

Die Auswertung zeigt weiterhin, dass die Selbsteinschätzung des Lernerfolgs von T1 zu T2 abnimmt: Bei N=27 melden hier nur noch 4% (also eine Person) zurück, dass die Inhalte Wiederholung sind. Weiterhin kommen 33% gut mit, aber 56% beobachten Lücken und 4% geben sogar an, gar nicht mehr mitzukommen. Nachdem in der Lehrveranstaltung zunächst die Grundlagen vermittelt wurden, werden die Vorkenntnisse nun offenbar eingeholt. Entsprechend wurde an T2 in freien Antworten berichtet, die Stofffülle und Komplexität der Inhalte würden mit dem Semester zunehmen. Ein weiterer Grund für das Absinken der Selbsteinschätzung mag sein, dass zwischen T1 und T2 mehrere Tests angeboten wurden, die zur Selbsteinschätzung und zur Rückmeldung der Lehrendensicht dienen.

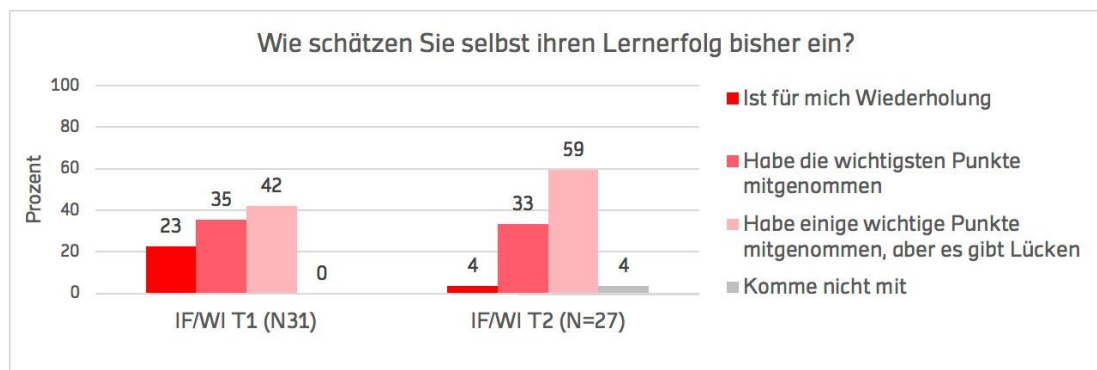


Abb. 2: Selbsteinschätzung der Teilnehmenden an der Vorlesung „Programmieren I“ (Übung als Lösungsdemonstration) zu T1 und T2.

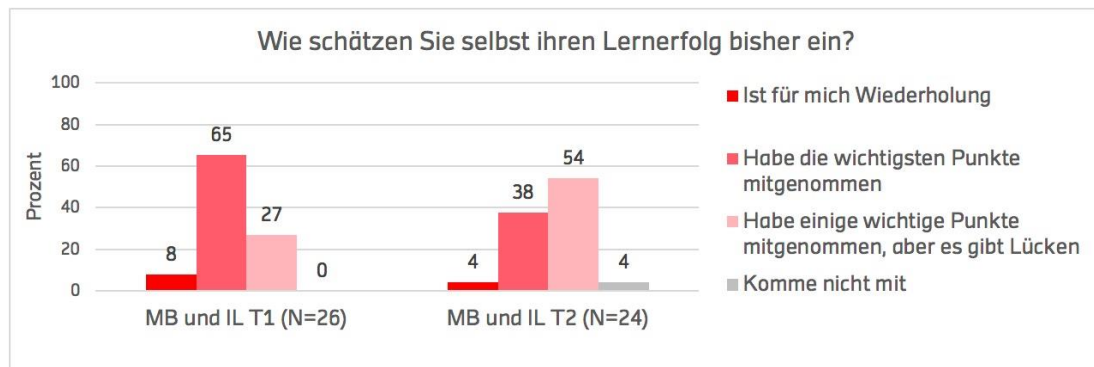


Abb. 3: Selbsteinschätzung der Teilnehmenden in den Mathematikvorlesungen (CBL online) zu T1 und T2.

Auch in den Mathematikvorlesungen (vgl. Abb. 3) gaben die Studierenden an, insgesamt folgen zu können und nur teilweise Schwierigkeiten zu haben. Zu T1 (N=26) ergab sich ein sehr positives Bild: Es gaben 65% der Studierenden an, der Vorlesung folgen zu können, weitere 8% meinten, dass der Stoff Wiederholung sei. Nur 27% der Befragten gaben an, dass sie nur die wichtigsten Punkte aus der Vorlesung mitgenommen haben. Hierbei gibt es in der Vorlesung „Analysis“ (Erstsemester) größere Probleme als in der Vorlesung „Mathematik 2“ (im zweiten Studiensemester). Die größeren Schwierigkeiten lassen sich vermutlich auf den in Mathematik üblicherweise als sehr schwer empfundenen Einstieg zurückführen. Diese bekannten Startschwierigkeiten werden durch die Online-Lehre mutmaßlich weiter verstärkt, da die sehr wichtige Vernetzung der noch unerfahrenen Studierenden in Arbeitsgruppen erschwert wird. Zu T2 (N=24) geben 54% der Studierenden an, Schwierigkeiten zu haben; die Verteilung der Antworten über die verschiedenen möglichen Kategorien gleicht nun stark dem Bild in der Informatik. Die zunehmende Komplexität im Laufe des Semesters führt somit offenbar in allen Studiengängen gleichermaßen zu einer gewissen Verunsicherung der Studierenden.

Betrachtet man nämlich in den Mathematikvorlesungen als qualitativen Faktor das semesterbegleitende E-Assessment, welches in beiden Vorlesungen durchgeführt wird, zeigt sich, dass die aktiven Studierenden die notwendigen Leistungen erbringen. Hieraus ergibt sich die Fragestellung, ob die Studierenden lediglich verunsichert sind, oder ob tatsächlich Leistungsdefizite entstehen.

6.3 Werden die Studierenden durch die Online-Übungsangebote unterstützt?

Zu den Zeitpunkten T1 und T2 wurde erhoben, ob die Fragen der Studierenden in den Übungssitzungen ganz, teilweise oder gar nicht beantwortet wurden. Für die Informatik zeigt sich, dass zumindest immer einige Fragen beantwortet wurden („Fragen nicht beantwortet“: 0% an T1 und T2), wenn auch der Anteil der Studierenden, bei denen keine Fragen offenblieben, von T1 zu T2 etwas abnahm (T1

mit N=26: 65% "alle beantwortet", T2 mit N=24: 44% "alle beantwortet"). Die verbleibenden Unsicherheiten spiegeln sich auch in der Abnahme des selbst geschätzten Lernerfolgs (s. o.) und sind teilweise sicher auch der zunehmenden Stofffülle im fortschreitenden Semester geschuldet. Bei den Mathematikvorlesungen ergibt sich ein ähnliches Bild. Auch hier wurden zumindest immer einige Fragen beantwortet ("Fragen nicht beantwortet": 0% an T1 und T2), jedoch nahm der Anteil der beantworteten Fragen insgesamt zu (T1 mit N=26: 42% "alle beantwortet", T2 mit N=27: 58% "alle beantwortet").

Zum Zeitpunkt T2 wurde die Frage nach der Wirksamkeit der Übungen dahingehend erweitert, welchen Nutzen die Studierenden jeweils aus den beiden Live-Angeboten Übung und Tutorium ziehen. Hiermit sollte genauer erhoben werden, welche Aspekte der Übung nützlich sind und ob das Tutorium dieselben Funktionen erfüllt wie die Übung, oder andere Lerneffekte ermöglicht. Das Tutorium wird – potentiell niederschwelliger – von einem Kommilitonen gehalten und hat eine freiere Struktur. Es wurde eine feste Auswahl an positiven Effekten der Veranstaltungen angeboten: Zunächst ganz allgemein die Antworten "Fragen klären" und "sicher werden" und dann konkrete Zwischenstationen auf dem Weg zur Lösung wie "Aufgabenstellung verstehen", "Vorgehensweise anschauen" und "eigene Lösung überprüfen". Im Tutorium kam noch der Aspekt "zusätzliche Übungsaufgaben bekommen" hinzu. Mehrfachnennungen waren möglich.

Für die Informatik (N=31) zeigt sich, dass beide Angebote in Bezug auf das Abschauen der Vorgehensweise, das Prüfen der eigenen Lösung und das Gewinnen von Sicherheit ähnlich nützlich sind (die Nennungen unterscheiden sich um maximal ein Votum). Unterschiede zeigen sich aber beim Klären der Aufgabenstellung, das mit 12 zu 8 Nennungen eher in der Übung geschieht – dies ist plausibel, da man dort die Aufgabensteller direkt ansprechen kann. Im Tutorium werden (mit 13 zu 10 Stimmen) allgemeine Fragen geklärt. Möglicherweise fällt dies leichter, weil kein Aufgabenkanon zu besprechen ist und mehr Raum für freie Diskussionen bleibt. Schließlich hat das Tutorium mit 13 Stimmen den wichtigen Zweck, weitere Übungsaufgaben bereitzustellen.

Bei den Mathematikvorlesungen werden Übungen und Tutorium gleichermaßen für die Klärung von Fragen und die Überprüfung der eigenen Lösung genutzt. Die integrierten Übungen nutzen die Studierenden eher zum "Abgucken der Vorgehensweise" (15 zu 6 Stimmen), dem Verstehen der Aufgabenstellung (13 zu 7 Stimmen) und um sicherer zu werden (12 zu 7 Stimmen). Die Studierenden im Studiengang Mathematik schätzen die Übungen insgesamt als nutzbringender ein. Hierbei könnte innerhalb der Daten für die Mathematik eine gewisse Verzerrung vorliegen. Die Übungen im Rahmen der Vorlesung Analysis haben, anders als in der Vorlesung Mathematik 2, einen größeren Umfang als das Tutorium.

6.4 Auf welche (Online-) Angebote greifen die Studierenden im Selbststudium zurück?

An T1 und T2 wurde gefragt, ob die Studierenden die offiziellen Übungsaufgaben zum Selbststudium nutzen und wie sie vorgehen, wenn sie in der Selbststudienphase allein nicht weiterkommen. Für die Informatik ergibt sich aus der Differenz wieder das Bild des fortschreitend schwieriger werdenden Semesters (vgl. Abb. 4): An T1 gaben noch 49% (N=31) der Teilnehmenden an, die Übungsaufgaben problemlos bewältigen zu können oder nur weiterführende Fragen zu haben. 39% gaben an, bei einigen Aufgaben Probleme zu haben und nur 6% hatten bei der Vorbereitung gravierende Probleme. Weitere 6% bereiteten die Übung gar nicht im Selbststudium vor.

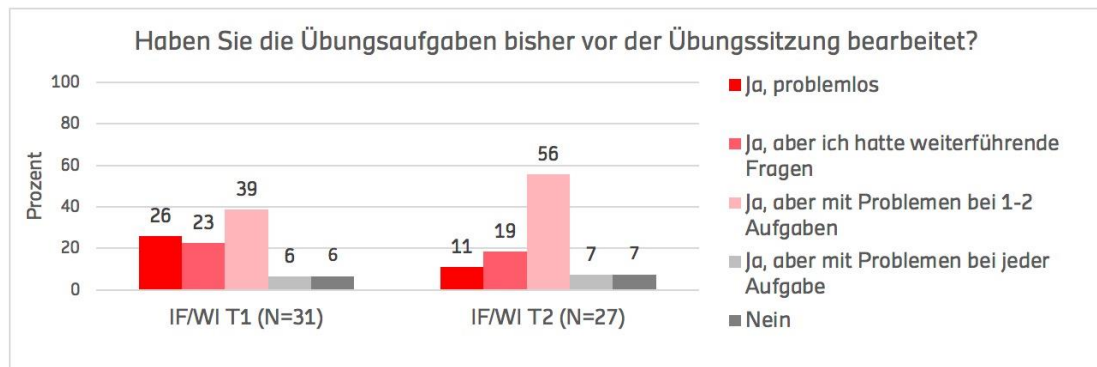


Abb. 4: Vorbereitung auf die Übungssitzung zu T1 und T2 in der Informatik.

An T2 (N=27) war das Verhältnis der vorbereiteten zu den nicht vorbereiteten Studierenden praktisch gleich und auch die Prozentzahl der Studierenden mit gravierenden Schwierigkeiten blieb quasi unverändert. Allerdings verschob sich der Anteil der Studierenden, die die Übungsaufgaben nicht mehr ohne Fragen allein lösen konnten, deutlich; sie machten nun 56% aus (statt 39% an T1). Dennoch waren weiterhin 30% der Teilnehmenden in der Lage, die Übungsaufgaben ganz allein zu lösen. Da das Konzept der Informatikvorlesung nicht vorsieht, dass die Übungsaufgaben notwendigerweise vor der Übungssitzung vollständig gelöst werden müssen, ist diese Verschiebung aus Lehrendensicht nicht problematisch, so lange die verbleibenden Fragen in der Übung zufriedenstellend geklärt werden können (was nach der Analyse zu Frage 2 oben der Fall zu sein scheint). An beiden Befragungszeitpunkten war demnach der Anteil der sorgfältig vorbereiteten Studierenden quasi gleich und prozentual hoch (88% bzw. 86%).

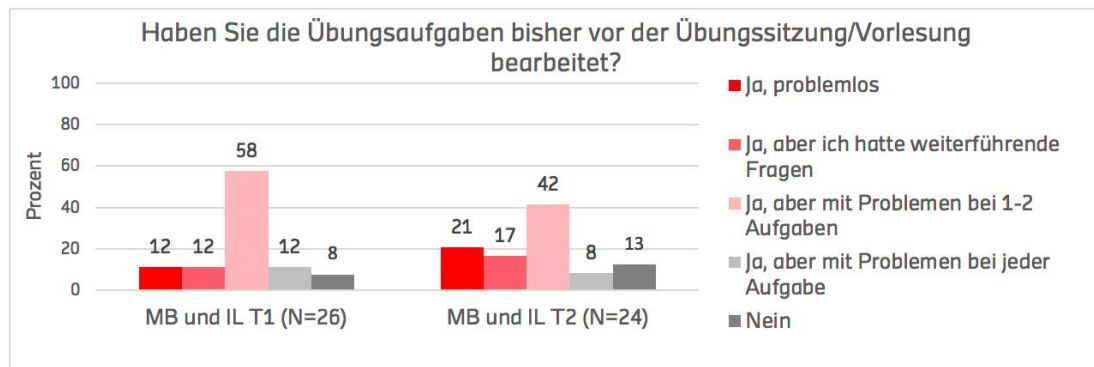


Abb. 5: Vorbereitung auf die Übungssitzung zu T1 und T2 in der Mathematik.

Bei den Mathematikvorlesungen begann das Semester für viele Studierende mit Schwierigkeiten, die Sicherheit nahm dafür aber mit fortschreitender Zeit zu. Dies entspricht auch dem Muster, dass mit der Zeit in der Übung öfter alle Fragen vollständig beantwortet werden konnten (s. o.). So gaben zum Zeitpunkt T1 lediglich 24% der Studierenden (N=26) an, keine Probleme bei der Vorbereitung zu haben, 58% der Studierenden meinten, kleinere Probleme zu haben, während 20% zum Ausdruck brachten, größere Probleme zu haben bzw. die Übungen nicht zu bearbeiten. An T2 (N=24) gaben aber 38% der Studierenden an, keine Probleme zu haben und nur noch 42% meinten, kleinere Probleme zu haben. Unverändert 21% hatten weiterhin größere Probleme bzw. bearbeiteten die Übungen nicht. Somit war der Anteil der Studierenden, die die Online-Präsenzsitzung ohne größere Probleme vorbereiten konnten, ähnlich wie in der Informatik gleichbleibend bei ca. 80%.

Eine weitere Frage sollte ermitteln, wo sich die Studierenden Hilfe bei Fragen in der Selbststudienphase holen. Mehrfachnennungen waren möglich. In allen Vorlesungen (Abb. 6, T1: N=31, T2: N=27) zeigt sich eine deutliche Präferenz für den Kontakt zu anderen Studierenden und für das Warten auf die Übungssitzung. Im Laufe des Semesters gewinnt das Tutorium ebenfalls an Attraktivität. Die Angebote, zeitunabhängig in ein Frageforum im LMS zu posten oder die Lehrenden anzuschreiben, wurden so gut wie gar nicht genutzt.

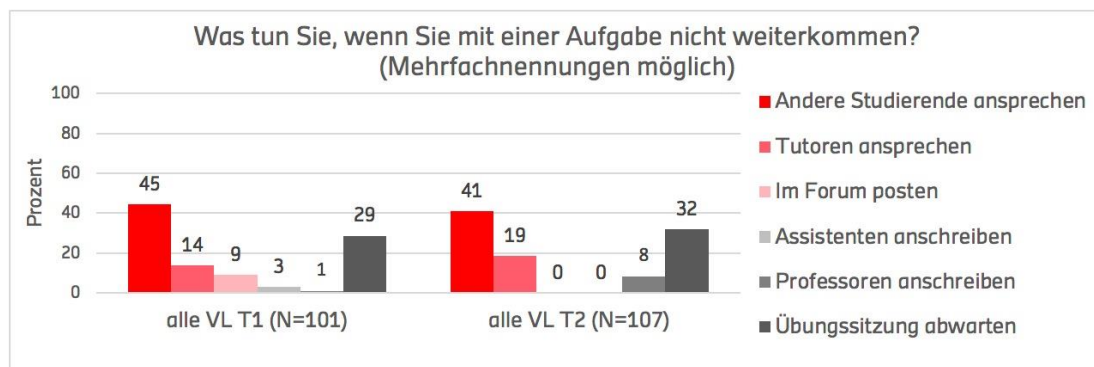


Abb. 6: Vorgehen bei Schwierigkeiten mit dem Stoff (an T1 und T2, alle Vorlesungen).

6.5 Wie werden Online-Übungsangebote von den Studierenden bewertet?

Zum Abschluss des Semesters wurden die Studierenden dazu befragt, wie sie die Übungsangebote im Online-Semester rückblickend bewerten, um einen Eindruck von lernförderlichen bzw. erschwerenden Aspekten bei der Umsetzung der didaktischen Online-Designs zu erhalten. Die Freitextantworten aller Studierenden zum Zeitpunkt T3 wurden dazu inhaltsanalytisch ausgewertet und in Kontexteinheiten unterteilt, die jeweils nur einen didaktisch relevanten Aspekt umfassten. Die Analyseeinheiten waren somit entweder Segmente der Antworten oder die gesamte Antwort. In einem ersten skalierenden Analyseschritt wurden die genannten Aspekte in lernunterstützende bzw. erschwerende Aussagen unterteilt. Die Auswertung zeigt, dass die Studierenden deutlich mehr lernunterstützende Aspekte hinsichtlich der Online-Übungsanteile der Lehrveranstaltungen genannt haben (Nunterst. = 53, Nerschw. = 35). In einem weiteren skalierenden Analyseschritt zur Komplexitätsreduktion der studentischen Angaben, wurden die Aspekte in Themenfelder zusammengefasst (vgl. Abb. 7).

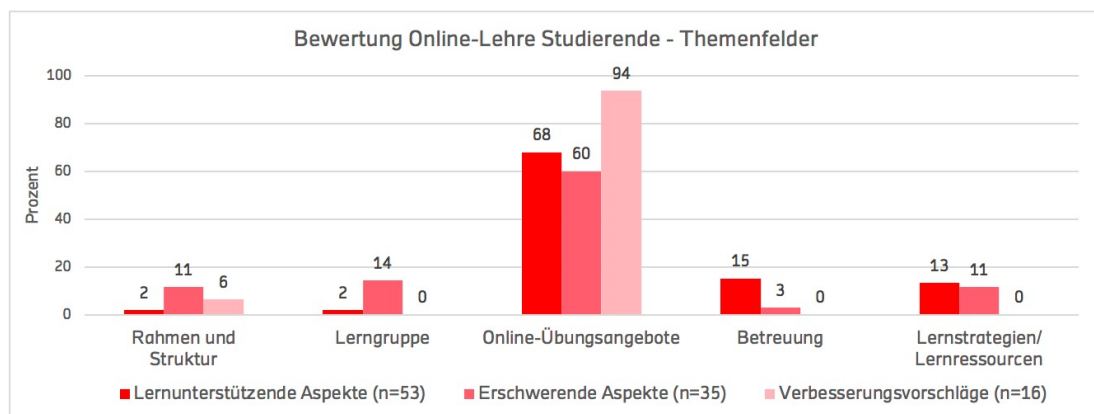


Abb. 7: Ergebnisse offene Befragung zu unterstützenden und erschwerenden Faktoren zu T3.

Hier zeigt sich, dass 68% der lernunterstützenden Aspekte die Online-Übungsangebote thematisieren, also veranstaltungsspezifische Kriterien benennen. Hilfreich aus Sicht der Studierenden sind die gemeinsamen Online-Übungsanteile selbst, insbesondere aber deren Inhalte, also die Übungs- und Beispielaufgaben sowie die gemeinsame Besprechung bzw. die ausführlichen Erklärungen dieser im Rahmen der Online-Übungen. Darüber hinaus werden die zur Übung bereitgestellten Lernvideos bzw. Videoaufzeichnungen als lernförderlich bewertet. Auch das bereitgestellte Skript, die praxisbezogene und gute Gestaltung der Online-Übungssitzungen, die Zeit zum Selberarbeiten während der Online-Sitzungen als auch die Möglichkeit, Fragen zu stellen sowie die angebotenen Tutorien werden von den Studierenden als lernförderlich bewertet. Ein deutlich geringerer Anteil der positiven Studierendenantworten (15 %) bezieht sich auf das Themen-

feld Betreuung, also die persönliche bzw. individuelle Unterstützung der Studierenden während der Online-Übungsphasen. Hier bewerten die Studierenden insbesondere das Eingehen und die Beantwortung auf spezifische Fragen durch den Tutor bzw. die Lehrperson und die gute Kommunikation trotz der Distanz in diesem Semester als lernförderlich. Ein etwa gleich großer Anteil der Studierendenantworten bezieht sich auf die eigenen Lernstrategien bzw. externen Lernressourcen (13 %), die Studierende im Kontext der Übungsanteile der Lehrveranstaltungen als lernförderlich angeben. Hierzu gehören neben dem eigenen Vorwissen auch Online-Foren und YouTube-Videos zu den Lerninhalten. Ein geringer Anteil der positiven Studierendenantworten bezieht sich schließlich auf die Lerngruppe (2 %), die als unterstützend in den Online-Selbstarbeitsphasen bewertet wird sowie auf die Rahmen- bzw. strukturellen Bedingungen der Online-Übungsanteile (2%). Hier wird die gute Organisation der Online-Übung durch den Einsatz eines Videokonferenztools positiv bewertet.

Bei der Auswertung der von den Studierenden genannten erschwerenden Aspekte zeigt sich, dass auch hier die meisten Angaben den Online-Übungsangeboten (60 %) selbst zugeordnet werden können. Neben einem hohen Tempo in den Veranstaltungen werden auch das Niveau bzw. die Menge an neuen Inhalten als erschwerende Faktoren angegeben. Hinsichtlich der Übungsaufgaben bemängeln die Studierenden, dass diese teilweise voneinander abhängen und so ein Vorankommen erschwert wird, es zu wenig Übungsaufgaben gibt und sich die Übungen aus Sicht der Studierenden nicht zur Vorbereitung auf die Prüfung eignen. Darüber hinaus erschweren komplizierte Erklärungen im Tutorium das Lernen und das gelegentliche Verrechnen der Lehrperson bei den Übungsaufgaben wird als verwirrend bezeichnet. Schließlich wird bemängelt, dass es zu einigen Inhalten keine Videoaufzeichnungen gab und das Skript das Lernen nicht unterstützt hat. Ein kleiner Teil der Studierendenantworten zu den erschwerenden Aspekten bezieht sich auf das Fehlen einer Lerngruppe (14 %). Hier wird die erschwerte Kommunikation mit den Kommilitoninnen und Kommilitonen bemängelt sowie die ausgefallenen Gruppenarbeiten in den Übungsveranstaltungen. Wenige der genannten Aspekte befassen sich kritisch mit den eigenen Lernstrategien bzw. den Lernressourcen der Studierenden (11 %). Sie geben an, Schwierigkeiten mit dem Lernen zu Hause zu haben, sich schwer motivieren zu können und Schwierigkeiten mit dem Auswendiglernen zu haben. Ein geringer Teil der Antworten bezieht sich auf erschwerende Rahmenbedingungen (11 %). Die Studierenden bemängeln hier den fehlenden Präsenzunterricht bzw. die ausschließlich online durchgeführten Veranstaltungen sowie die hohe Arbeitsbelastung im Studium. Zudem erschweren technische Aspekte wie eine nicht stabile Internetverbindung das Lernen in Online-Phasen. In einem Fall wird schließlich der fehlende persönliche Kontakt zu den Lehrpersonen als erschwerend im Bereich Betreuung (3 %) genannt.

In einem letzten Analyseschritt wurden die konstruktiven Verbesserungsvorschläge wie oben beschrieben inhaltsanalytisch ausgewertet und ebenfalls nach

Themenfeldern geclustert. Entsprechend der Fragestellung und der Verteilung der erschwerenden Aspekte, schlagen die Studierenden insbesondere eine Verbesserung der Online-Übungsangebote selbst vor (94 %). Neben einem reduzierten Tempo der Lehrperson, insbesondere auch beim Schreiben, möchten die Studierenden vermehrt bei der Bearbeitung von Aufgaben eingebunden werden und mehr Zeit für Rückfragen in den Online-Veranstaltungen haben. Zudem wünschen sie sich mehr Übungsaufgaben für das Selbststudium. Die Übungsaufgaben bzw. -abgaben sollen allgemein auf das Niveau der Vorlesung abgestimmt sowie klausurrelevant sein. Darüber hinaus schlagen die Studierenden vor, Lernvideos nur zur Ergänzung, nicht aber zum Ersatz von Online-Veranstaltungen einzusetzen und bei der Reihenfolge der Themen auf die jeweils bevorstehenden Prüfungsleistungen abzustimmen. Nur ein Verbesserungsvorschlag der Studierenden bezieht sich auf die Rahmenbedingungen (6 %). Dieser schlägt vor, die Veranstaltung wieder in Präsenz anzubieten.

7. Einordnung, Diskussion, Ausblick

Ausgehend von dem Anliegen, bewährte Präsenzveranstaltungen in den Fächern Mathematik und Informatik in lernförderliche Online-Designs zu übertragen, hat sich diese Arbeit zum Ziel gesetzt, zu untersuchen, inwieweit diese Umstellung gelungen ist und wie die Studierenden insbesondere die (nicht nur) in den Grundlagenvorlesungen relevanten Übungsanteile und -angebote genutzt und bewertet haben.

Eine erste wichtige Erkenntnis aus den Befragungen ist zunächst, dass fast alle Studierenden technisch in der Lage waren, die Online-Angebote wahrzunehmen. Damit zeigt sich, zumindest für das zurückliegende Online-Semester, dass die Rahmenbedingungen für Online-Lehre gegeben waren, ohne dass Studierenden-Gruppen von vornherein ausgeschlossen wurden.

Hinsichtlich der studentischen Selbsteinschätzung zum eigenen Lernerfolg zeigt sich in der Informatik zunächst die Tendenz einer anfänglich positiven Einschätzung, die sich über die Zeit eintrübt. Ein ausschlaggebender Faktor hierfür dürfte die zunehmende Komplexität des Stoffs sein, welche die Vorkenntnisse von einem Teil der Studierenden einholt. Zudem wurden zwischen den Befragungen mehrere Tests angeboten, die die Selbsteinschätzung beeinflussen können. Aufgrund des erhöhten Arbeitsaufwandes für die Studierenden zu Semesterende für die Vorbereitung auf die schriftlichen Prüfungen sowie weiterer, hochschulweiter Evaluationen zum digitalen Sommersemester, wurde auf eine dritte quantitative Befragung der Studierenden zu ihrem Lernerfolg verzichtet. Für zukünftige Untersuchungen gilt es, diesen Aspekt auch zu Semesterende zu analysieren.

In der Mathematik ist dagegen ein umgekehrter Trend zu erkennen: Betrachtet man die Übungen, werden die Studierenden im Laufe des Semesters sicherer.

Eine mögliche Erklärung für die zunehmende Sicherheit in den mathematischen Vorlesungen, könnten die bereits weit entwickelten digitalen Lehrmaterialien und die weitgehenden Erfahrungen mit CBL sein. Insgesamt scheint sich die Übertragung des Konzepts CBL auf einen Hybrid aus live-online-Vorlesungen und online-CBL zu bewähren und die Selbsteinschätzung der Studierenden positiv zu beeinflussen. Werden die Ergebnisse in den Präsenzprüfungen betrachtet, so besteht zumindest subjektiv der Eindruck, dass die Prüfungsergebnisse mit den Selbsteinschätzungen der Studierenden übereinstimmen. Insbesondere ist erfreulich, dass auch die Studienanfänger*innen (Analysis 1) innerhalb des Online-Konzepts an der Hochschule "ankommen".

Die didaktischen Designs beider Fächer zeichnen sich durch sehr direkte, personenbezogene und interaktive Online-Angebote aus. Dies entspricht offensichtlich dem präferierten Weg der Studierenden, sich durch Kontakt zu anderen Studierenden, zu den Tutoren und zu den Lehrenden in den Übungssitzungen Hilfe zu holen. Asynchrone Strategien, wie das Posten in Foren oder das Stellen von Fragen per E-Mail, werden praktisch nicht genutzt. Ein Grund könnte sein, dass den Studierenden die Beantwortung der Fragen in den Foren zu lange gedauert hat. In der IF/WI wurden die wenigen Fragen beispielsweise abends bzw. am Wochenende von den Studierenden eingestellt und von den Lehrpersonen am nächsten Arbeitstag beantwortet. Gleichzeitig konnten in den Online-Veranstaltungen lebhaftere Diskussionen der Studierenden im Chat beobachtet werden, die auch von den Lehrenden eingesehen werden konnten, was auf eine geringe Hemmschwelle bei der Kommunikation untereinander bzw. mit Lehrpersonen schließen lässt. Insofern könnten diejenigen Erstsemesterstudierenden im Nachteil gewesen sein, die sie sich mangels direkten persönlichen Kontakts noch nicht gut in der Kohorte vernetzen konnten und auch die Lehrpersonen nicht gut kannten. Eine abzuleitende Best Practice (Maßnahme) liegt in diesem Fall auf der Hand: die Studierenden in vergleichbaren Situationen bei der Vernetzung stärker zu unterstützen.

Die abschließende Bewertung der Online-Übungsangebote durch die Studierenden fällt eindeutig positiv aus. Neben zahlreichen veranstaltungsrelevanten Aspekten wie das Niveau, die Inhalte oder das Tempo der Übungsangebote, nehmen Studierende vereinzelt auch lernförderliche bzw. -erschwerende Aspekte wahr, die den Rahmen bzw. die Struktur der Angebote, die Lerngruppe, die Betreuung durch die Lehrpersonen sowie die eigenen Lernstrategien und Lernressourcen in den Blick nehmen. Für gelingende, im Sinne von lernförderlichen, Online-Übungsangeboten sind diese Aspekte aus Sicht der Studierenden relevant und sollten daher auch beim didaktischen Design berücksichtigt werden. Auffällig bei den abschließenden Bewertungen der Studierenden war schließlich, dass nur wenige der genannten Aspekte einen expliziten Bezug zur Form der Übungsangebote, also dem Online-Format, aufwiesen. Für die Studierenden war somit pri-

mär nicht relevant, dass die Übungsangebote online stattgefunden haben, sondern ob diese grundlegende didaktische Anforderungen, wie Zielorientierung, Aktivierung, Strukturierung oder Differenzierung, berücksichtigten.

Die Ergebnisse aus dem zurückliegenden Semester geben wichtige Hinweise darauf, wie gelingende Online-Lehre gestaltet werden muss, um nicht nur technisch (Medium), sondern auch inhaltlich (Fachebene) und nicht zuletzt auch zwischenmenschlich (Beziehungsebene) bei den Studierenden ‚anzukommen‘. Besondere Aufmerksamkeit sollten die Bedarfe unterschiedlicher Studierender, z. B. Erstsemester, bei der didaktischen Gestaltung erhalten. Grundsätzlich scheint aus Sicht der hier befragten Studierenden die Form des Angebots nicht im Vordergrund zu stehen. Vielmehr nehmen sie die Qualität des Angebots allgemein wahr und bewerten diese in erster Linie. Gute und erprobte Konzepte sowie geeignete digitale Materialien, wie z. B. im hier beschriebenen Konzept des CBL, erhalten dementsprechend hohen Zuspruch und zeigen gute Lernerfolge bei den Studierenden.

Literaturverzeichnis

- Anderson, L., Arasian, P., Cruikshank, K. et al. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York: Longman.
- Bandura, A. (1963). Behavior theory and indemnificatory learning. *American Journal of Orthopsychiatry*, 33, 591-601.
- Biggs J. & Tang, C. (2011). *Teaching for Quality Learning at University: What the Student Does*. Maidenhead: Open University Press.
- Bloom, B. S. (1972). *Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich*. Weinheim: Beltz.
- Kerres, M. (2018). *Mediendidaktik: Konzeption und Entwicklung digitaler Lernangebote*. Berlin: De Gruyter Oldenbourg.
- Knebusch, A., Pfeiffer, A. & Wandler, M. (2019). Individualisiertes Lernen mit Computer begleitetem Lernen. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 14 (4), 153-170. <https://www.zfhe.at/index.php/zfhe/article/download/1208/902>.
- Lerche, T. (2012). Übung. In E. Kiel (Hrsg.), *Unterricht sehen, analysieren, gestalten*, 143-169. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Autorinnen und Autoren



Prof. Dr. Anselm Knebusch

Vita: Prof. Dr. Anselm Knebusch ist seit 2016 Professor für Ingenieurmathematik und Didaktik an der Hochschule für Technik Stuttgart. Er leitet das Teilprojekt „Ingenieurmathematik“ innerhalb des QPL-Projekts „Effektiver Studieren II“. Im Rahmen dessen entwickelte er das digitale Lehr-Lernkonzept „Computer begleitetes Lernen“, das auf heterogene Studierendengruppen in der Studieneingangsphase abgestimmt ist und forscht über die Möglichkeiten digitaler Lehre. Anselm Knebusch war 2019 für den Ars Legendi-Preis des Stifterverbands nominiert.



Prof. Dr. Ulrike Pado

Vita: Prof. Dr. Ulrike Pado ist seit 2012 Informatikprofessorin an der Hochschule für Technik Stuttgart und Sprecherin des Forschungskompetenzzentrums für Digitalisierung in Forschung, Lehre und Wirtschaft. Da regelmäßige formative Online-Tests zu ihrem Lehrkonzept gehören, forscht sie als promovierte Computerlinguistin zur halb- und vollautomatischen Korrektur von Freitextfragen unter Berücksichtigung der Frageschwierigkeit und des Prüfungskontexts. Ulrike Pado war 2017 für den zweijährig vergebenen Lehrpreis der HFT Stuttgart nominiert.



Brigitte Heintz-Cuscianna, M.A.

Vita: Brigitte Heintz-Cuscianna, M.A., arbeitet seit 2019 im Didaktikzentrum der Hochschule für Technik Stuttgart mit den Schwerpunkten allgemeine Hochschuldidaktik und E-Learning. Dort berät und begleitet Sie Lehrende bei der Planung, Durchführung und Evaluation von (innovativen) Lehr-Lernkonzepten. Davor beforschte Sie als Mitarbeiterin im Projekt „Lehrerbildung PLUS“ Praxisphasen in der universitären Lehrerbildung an der Universität Stuttgart sowie der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg und arbeitete im Projekt ‚QuaLiKiSS‘ an der Verbesserung der Lehre an der Universität Stuttgart im Bereich Erziehungswissenschaft mit.