



Lessons

Learned

*Spin Offs digitaler
Lehrerfahrungen*



1&2

Über das Journal

Durch die plötzlichen und gewaltigen Einschränkungen in der Präsenzlehre, die beginnend mit dem Sommersemester 2020 durch die Corona Pandemie herbeigeführt wurden, hat sich eine nie dagewesene Veränderung und Erneuerung von Lehrformaten ergeben. Auch wenn diese Veränderungen durch die Einschränkungen aufgrund der Pandemie erzwungen wurden, sind die Erfahrungen und Konzepte, die entwickelt wurden, für eine Erneuerung des Lehrbetriebs hin zu modernen, digital unterstützten Lehr- und Lernformen und zu einem stärker kompetenzorientierten Lernen von enormem Wert. Zu Beginn des Wintersemesters 2020/21 wurde an der Fakultät Maschinenwesen der Technischen Universität Dresden eine Konferenz unter dem Titel „Lessons Learned - Spin Offs eines digitalen Semesters“ durchgeführt, in der über den Austausch von Erfahrungen diese Erneuerung unterstützt werden sollte. Aus dieser ersten Konferenz ist eine Konferenzreihe entstanden und gleichzeitig wurde das Journal „Lessons Learned“ ins Leben gerufen. Das Ziel dieses Journals ist es, neue Lehr- und Lernformen nicht nur in den mathematisch naturwissenschaftlichen und technikwissenschaftlichen Fächern, sondern weit darüber hinaus in allen Fachdisziplinen zu diskutieren und damit eine Plattform zu schaffen, auf der Lehrende sich über neue Konzepte informieren und diese für ihre eigene Lehre adaptieren können.

Das Journal erscheint bewusst zweisprachig, um sowohl einem internationalen Publikum die gemachten Erfahrungen zugänglich zu machen, als auch dafür zu sorgen, dass die verknüpften Beispiele von einem Text in der Lehrsprache, in der sie produziert wurden, begleitet werden. Für die Autoren bedeutet dies keinen zusätzlichen Arbeitsaufwand, da Artikel entweder in deutscher oder in englischer Sprache eingereicht werden können. Nach erfolgter Akzeptanz eines Artikels wird dieser seitens des Journals in die jeweils andere Sprache übersetzt, womit die Autoren nur noch eine Korrekturlesung des übersetzten Artikels durchführen müssen.

Editorial Board

Managing Editor

Prof. Dr. Stefan Odenbach, TU Dresden

Editorial Board

Prof. Dr. Lana Ivanjek, TU Dresden

Prof. Dr. Hans Kuerten, TU Eindhoven

Prof. Dr. Alexander Lasch, TU Dresden

Prof. Dr. Andreas Schadschneider,
Universität zu Köln

Prof. Dr. Eric Schoop, TU Dresden

Prof. Dr. Christiane Thomas, TU Dresden

Impressum

ISSN:

2749-1293 (Print); 2749-1307 (Online)

Herausgeber:

Fakultät Maschinenwesen, TU Dresden,
Dresden

Kontakt:

Prof. Dr. Stefan Odenbach

c/o Fakultät Maschinenwesen

Magnetfluidodynamik, Mess- und

Automatisierungstechnik

George-Bähr-Str. 3

01069 Dresden

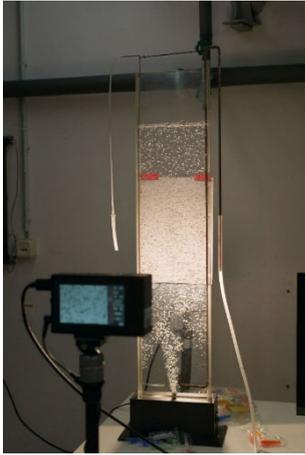
Editorial

Der vierte Jahrgang des **Lessons Learned Journals** kommt spät, und er kommt als nicht übermäßig dickes Doppelheft. Einige Artikel haben lange gelegen, bis sie nun final publiziert sind, aber die Umstände der letzten Monate waren nicht einfach und haben zu vielfältigen Verzögerungen geführt. Allerorten merkt man die extrem hohe Belastung im universitären Betrieb – Artikel verspäten sich, Gutachten kommen später als erwartet, und die Ein-Personen-Redaktion des **Lessons Learned Journals** kann nicht alles kompensieren, was nicht sofort so klappt, wie es sollte.

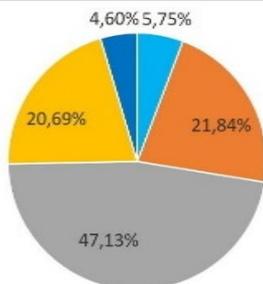
Ein Teil der Überlast liegt sicher auch an den veränderten Bedingungen im Lehrbetrieb. Die Phase der Corona-Pandemie wirkt immer noch nach. Die Verweigerung von Präsenz, die bei vielen Studierenden zu spüren ist, macht den Lehrenden ähnlich viel Sorge wie die zunehmend zu beobachtenden psychischen Probleme, mit denen sich immer mehr Studierende herumschlagen müssen. Das beunruhigt und führt gleichzeitig zur Entwicklung neuer Konzepte in der Lehre, von denen wir in diesem Heft einige kennenlernen.

Der fünfte Jahrgang ist schon in Vorbereitung, und er wird dann hoffentlich auch die Ergebnisse der sechsten **Lessons Learned Konferenz** enthalten. Und da die Entwicklung in der Lehre erfreulicherweise weitergeht, kann ich Sie schon heute zur siebten **Lessons Learned Konferenz** einladen, die im Sommer 2025 stattfinden wird und von der wir hoffen, dass sie – wie die vergangenen Konferenzen – einen sichtbaren Einfluss auf die Entwicklung der akademischen Lehre und auf den Spaß, den man bei dieser Entwicklung haben kann, haben wird.

Stefan Odenbach

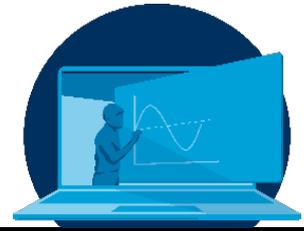


Das Themenspektrum dieser Ausgabe reicht vom Orientierungsstudium bis zu neuen Konzepten kompetenzorientierter Lehre. Es umfasst die studentische Sicht auf alle Bemühungen zur Digitalisierung der Lehre ebenso wie Analysen zur Wirksamkeit digitaler Elemente in der Lehre.



Themenspektrum

- M. Heinz, R. Heitz, C. Einmahl
Das Orientierungsstudium an der Technischen Universität Dresden – Umfrageergebnisse zum Konzept
- T. Klotz, Ch. Ohlrogge, R. Güner, J. Brühl, C. Fleischer,
J. Schaarschmidt, Ch. Czichy
Studentische Sicht auf Digitalisierung
- L. Degenhardt, M. Bodirsky
Eine Analyse der Teilnahme an hybriden und asynchronen Lehrveranstaltungen
- F. Düwel, M. Niethammer
Konzeptioneller Ansatz zur problemorientierten Lehre in den Fachwissenschaften
- J. Frey, F. Biertümpfel, S. Schubert, H. Pfifer
Ergebnisse zum Anfassen: Das interdisziplinäre Entwurfprojekt Luft- und Raumfahrttechnik
- A. Naake
Das Projekt Shanvi: Entdeckendes Lernen in der Strömungsmechanik
- M. Ludwig, P. Thamm
Die Auswirkungen einer Hospitation auf die Qualität eines Tutoriums: Ein Fallbeispiel



Das Orientierungsstudium an der Technischen Universität Dresden – Umfrageergebnisse zum Konzept

M. Heinz^{1*}, R. Heitz^{2,1}, C. Einmahl¹

¹ Zentrum für interdisziplinäres Lernen und Lehren (ZiLL), Technische Universität Dresden

² Center for Open Digital Innovation and Participation (CODIP), Technische Universität Dresden

Die zunehmende Diversifizierung des Studienangebots ist eine von vielen Herausforderungen bei der Wahl des passenden Studiengangs. Ein Orientierungsstudium ermöglicht es Teilnehmenden über zwei Semester hinweg verschiedene Studiengänge zu erkunden und sich vertieft mit ihren individuellen Interessen und Fähigkeiten auseinanderzusetzen. Das Orientierungsstudium an der Technischen Universität Dresden fungiert als Vorbereitungsprogramm vor dem regulären Studium und bietet ein breites Spektrum an Veranstaltungen sowie Mentoring- und Coaching-Unterstützung, um eine fundierte und motivierte Studienentscheidung zu erleichtern. Vor dem Start der ersten Kohorte wurden 2043 Personen mittels einer Online-Umfrage zum aktuellen Stand der Konzeption befragt. Die Ergebnisse wurden für die Weiterentwicklung des Konzepts sowie die Erforschung der Gründe und Hintergründe für das Interesse an einem Orientierungsstudium genutzt. Rund 90 Prozent der Teilnehmenden halten es für ein sinnvolles Angebot und stimmen der Aussage zu oder eher zu, dass das Orientierungsstudium bei der Entscheidung für oder gegen ein Studium hilfreich sein kann. Der Beitrag greift diese und weitere Ergebnisse auf, nachdem er in das Konzept des Orientierungsstudiums eingeführt hat.

The increasing diversification of study programmes is one of many challenges when choosing the right degree programme. An orientation programme enables participants to explore various degree programmes over the course of up to two semesters and to take a closer look at their individual interests and abilities. The orientation programme at the Technische Universität Dresden acts as a preparatory programme prior to regular studies and offers a wide range of events as well as mentoring and coaching support to facilitate an informed and motivated study decision. Before the start of the first cohort, 2043 people were asked about the current status of the concept by means of an online survey. The results were used to further develop the concept and to research the reasons and backgrounds for interest in an orientation programme. Around 90 per cent of participants consider it to be a useful offer and agree or tend to agree with the statement that the orientation programme can be helpful in deciding for or against a degree course. The article picks up on these and other results after introducing the concept of the orientation programme.

*Corresponding author: matthias.heinz@tu-dresden.de

1. Die Lage Studieninteressierter

Die Zahl an Studienangeboten steigt stetig an [1]. „Studieninteressierte treffen zudem heute bei der Studienauswahl auf eine nahezu unüberschaubare Fülle an Studienangeboten mit zum Teil missverständlichen und mitunter irreführenden Bezeichnungen, was die Wahl des richtigen Studiengangs erschwert und oft zu falschen Studienentscheidungen führt“ [2, S. 35]. Diese Situation trifft auf eine zunehmende Heterogenität bei den Studieninteressierten, welche gleichermaßen für Hochschule wie Studienanfänger:innen Erschwernisse mit sich bringt [3]. Dabei spielen vor allem die soziale Herkunft, der Migrationshintergrund, das Alter (größerer Anteil jünger als 19 Jahre und älter als 25 Jahre) und der Bildungsweg vor der Studienaufnahme eine Rolle. Folglich diversifizieren sich auch die Motivlagen der Studierenden [3]. Eine nur schwer überschaubare Anzahl an Möglichkeiten, Unklarheiten über die eigenen Interessen sowie Eignung respektive Fähigkeiten stellen dabei die größten Probleme und Schwierigkeiten dar, wenn es um die Wahl geht, wie es nach der Schule weiterläuft [4]. Diese mangelnde Selbstkenntnis und Studienorientierung, falsche Vorstellungen vom Studieren, den Fachinhalten und Berufswegen sowie die diversen Motivlagen und Defizite bei der Studienvorbereitung sind aktuelle Herausforderungen Studieninteressierter und somit Gründe für ein Orientierungsstudium (OSM).

Studieren umfasst weit mehr als lediglich das Aneignen komplexer Fachinhalte. Es erfordert eine Neudefinition des eigenen Alltags, die kontinuierliche Weiterentwicklung von Lerntechniken, das Verständnis der normativen Grundlagen des jeweiligen Studienfachs sowie die Exploration neuer Formen der Selbstorganisation. Zugleich bedeutet es, schrittweise in das facettenreiche Campusleben einzutauchen. Die Förderung von Studierfähigkeiten sowie das Verständnis für die Strukturen und die Kultur der Hochschule bleiben jedoch oft im Hintergrund. Dabei spielt das erfolgreiche Eingliedern in den Studienalltag eine entscheidende Rolle für die Zufriedenheit und letztendlich den Erfolg der Studierenden. Die Fähigkeit zu studieren als übergeordnete Kompetenz für ein gelungenes Studium beinhaltet auch das Vertrautsein mit den Abläufen, Strukturen und

Traditionen der Universität sowie das Empfinden des Campus als vertrauten Ort. Es gibt zweifellos eine Vielzahl von unterstützenden Angeboten für Studierende in verschiedenen Lebenslagen, mitunter auch in prekären Situationen. Jedoch stellt sich die Frage, ob den Studierenden zu Beginn ihres Studiums diese Angebote bekannt sind, damit sie bei Bedarf darauf zurückgreifen können. Das OSM besteht aus analogen und digitalen Bausteinen, die von Beginn an beschriebene Angebote mitführen bzw. darauf verweisen und tlw. als obligatorische Elemente vorhalten. Es ist ein Studienereignisprojekt der TU Dresden, welches bisherige Angebote vielfältiger Studieneignisprojekte integriert, wie beispielsweise das digitale Studienassistenzsystem gOPAL zum Onboarding von Studienanfänger:innen [5].

2. Das Orientierungsstudium

Das OSM reiht sich in bundesweit ungefähr 50 OSM-Programme ein, welche von der Anzahl her stetig wachsen und zum größten Teil im Bereich Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik (MINT) verortet sind.

Was soll ich studieren? Welches Studium passt wirklich zu mir? Will ich überhaupt studieren? Antworten auf diese Fragen, die sich Studieninteressierte stellen, soll das OSM der Technischen Universität (TU) Dresden bieten. Mit dem OSM haben Interessierte die Chance, bis zu zwei Semester in verschiedene Studiengänge der TU Dresden reinzuschmecken. Sie können Vorlesungen besuchen, an Workshops und Exkursionen teilnehmen, Prüfungen mitschreiben, in die Mensa gehen und dabei das Studierendenleben kennenlernen. Im Laufe des OSM setzen sich die Teilnehmenden intensiv mit den eigenen Vorstellungen, Fähigkeiten und Zielen auseinander, sodass am Ende eine informierte und motivierte Entscheidung für die Zukunft getroffen werden kann. Das OSM ist ein Orientierungsprogramm, das den regulären Studiengängen der TU Dresden vorgeschaltet werden kann. Ein umfangreiches Veranstaltungsangebot unterstützt Interessierte dabei, den passenden Studiengang zu finden und optimal vorbereitet ins anschließende Studium zu starten. Erfolgreich absolvierte Prüfungsleistungen können auf Antrag auf ein

späteres Studium angerechnet werden. Ferner ermöglicht das Ausprobieren verschiedener Studiengangangebote den Studierenden in die jeweiligen Fachkulturen und Fakultätsstrukturen einzutauchen. Dadurch können eine Passung sowie ein Zugehörigkeitsgefühl besser eingeschätzt werden, was auch in Hinblick auf Durchhaltevermögen nicht zu unterschätzen ist und ebenso zu weniger Wechsel und Abbrüchen in den ersten Semestern sowie folgend zu einem erfolgreichem Abschluss führt. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, das studentische Leben mit all seinen Vorzügen kennenzulernen: das Semesterticket, die Angebote des Hochschulsportzentrums, die studentischen Hochschulgruppen und vieles mehr. Während des OSM werden Teilnehmende mit Hilfe eines Mentoring- und Coachingangebots beraten und unterstützt.

Das OSM an der TU Dresden setzt sich dabei aus den folgenden vier Bausteinen zusammen:

- Studienorientierung: Unterstützung bei der Studienfachwahl, Vermittlung von Kenntnissen über universitäre Strukturen, Arbeitstechniken und Fachkulturen
- Qualifizierung Natur- und Ingenieurwissenschaften: Vermittlung von (auch eventuell fehlenden) fachlichen Kompetenzen
- Schlüsselkompetenzen/Berufsfelderkundung: Vermittlung von Schlüsselkompetenzen, Einblicke in die Forschungs- und Unternehmenspraxis als Orientierungshilfe, Sprachkurse
- Projektarbeit: Vermittlung von interdisziplinären Fähigkeiten, Zeit- und Projektmanagement, Teamfähigkeit

Das OSM soll Abiturient:innen und anderen Studieninteressierten A) eine fundierte Studienwahlentscheidung und B) einen erfolgreichen Einstieg in ein MINT-Studium an der TU Dresden ermöglichen.

Die Zielgruppen des OSM sind folgende:

- Studieninteressierte, die wissen, dass sie MINT studieren wollen, aber noch nicht genau wissen, welchen MINT-Studiengang
- Studieninteressierte, die herausfinden wollen, ob ein Studium überhaupt etwas für sie ist und wenn ja, welches
- Studieninteressierte mit Wissenslücken

- Studieninteressierte aus Nichtakademiker:innen-Familien
- weibliche Studieninteressierte
- internationale Studieninteressierte
- Studienabbrecher:innen/-wechsler:innen
- beruflich Qualifizierte

Folgende Vorteile haben Studieninteressierte vom OSM:

- Sie wissen, OB sie studieren wollen.
- Sie wissen, WAS sie studieren wollen.
- Sie wissen, WARUM sie studieren wollen

Mit dem Feedback der Umfrage soll besser auf die Bedürfnisse der zukünftigen Teilnehmer:innen eingegangen werden.

3. Umfrage und Ergebnisse

Vor dem Start der ersten Kohorte wurden im zweiten Halbjahr 2022 2043 Personen mittels einer Online-Umfrage zum aktuellen Stand der Konzeption des OSM befragt. Die Ergebnisse wurden für die Weiterentwicklung des Konzepts sowie die Erforschung der Gründe und Hintergründe für das Interesse an einem OSM genutzt. Es wurden mehrere Statusgruppen unterschieden, die sich wie folgt quantitativ verteilen: 129 Schüler:innen (SuS) (6,3 Prozent), 1230 Studierende (60,2 Prozent), 602 Beschäftigte der TU Dresden (29,5 Prozent), 41 Beschäftigte außerhalb der TU Dresden (2 Prozent) sowie 25 Antworten, die die Antwort „Sonstiges“ (1,2 Prozent) und 16 Mal keine Antwort (0,8 Prozent) angaben.

Der Bedarf für ein OSM an der TU Dresden wird überwiegend hoch oder sehr hoch (62,8 Prozent) eingeschätzt. Nur 6,2 Prozent schätzen den Bedarf als niedrig oder sehr niedrig ein. Zwischen den Statusgruppen gab es keine relevanten Unterschiede in der Bewertung ($n = 1927$).

Nur ca. 7 Prozent der Schüler:innen ($n = 96$) können sich nicht vorstellen, selbst am OSM teilzunehmen, während es bei 92,7 Prozent genau andersherum aussieht. Der Wunsch nach einer Teilnahme am OSM beantworteten 62,5 Prozent der Schüler:innen mit ja und weitere 30,2 Prozent mit ja, wenn es das Angebot auch für anderen Fachbereiche geben würde. Selbst

bei den aktuellen Studierenden ist eine Zustimmung von ca. 74 Prozent vorhanden (siehe Abb. 1).

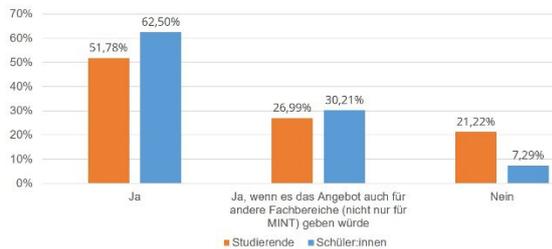


Abb. 1: Könntest du dir vorstellen am OSM teilzunehmen? (Statusgruppen: Schüler:innen und Studierende, n = 132).

Die Frage, ob sich Schüler:innen (n = 87) bzgl. ihrer Optionen nach dem Schulabschluss gut informiert fühlen, brachte ein geteiltes Bild zum Vorschein (Abb. 2). Rund 47 Prozent nannten die Antwort teils-teils, 25 Prozent gut bis sehr gut und rund 27 Prozent schlecht bis sehr schlecht.

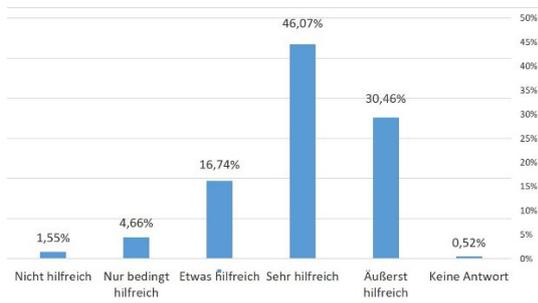


Abb. 3: Wie hilfreich finden Sie / findest du die einzelnen Module? – Studienorientierung? (Statusgruppen: Alle, n = 1159)

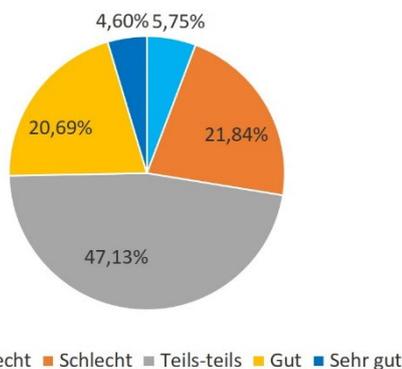


Abb. 2: Wie gut fühlst du dich in Bezug auf deine Optionen nach dem Schulabschluss informiert? (Statusgruppe: Schüler:innen, n = 87).

Über 64 Prozent der Schüler:innen (n = 87) wollen nach ihrem Schulabschluss ein Studium beginnen, knapp 61 Prozent (n = 56) im MINT-Bereich, während es ca. 21 Prozent noch nicht wissen.

Knapp 60 Prozent der Schüler:innen (n = 87) haben Bauchschmerzen bei der Zukunftsplanung nach dem Schulabschluss, insb. aufgrund folgender Punkte (Nennungen mit über 50 Prozent Zustimmung):

- Die Schwierigkeit abzuschätzen, welche Qualifikationen und Kompetenzen wichtig sein werden (77 Prozent).
- Die Unklarheit über die eigene Eignung/eigenen Fähigkeiten (73 Prozent).
- Die unbefriedigende Vorbereitung auf das Studium durch die Schule (64 Prozent).
- Die Schwierigkeit, für sich hilfreiche Informationen einzuholen (63 Prozent).
- Die nur schwer überschaubare Zahl der Möglichkeiten (54 Prozent).
- Die Unklarheit über eigene Interessen (52 Prozent).

Bei der Einschätzung, wie hilfreich die einzelnen Module des OSM empfunden werden, gibt es kaum Unterschiede zwischen den Statusgruppen. Über 75 Prozent schätzen das Modul Studienorientierung als sehr hilfreich oder äußerst hilfreich, rund 70 Prozent das Modul Qualifizierung Natur- und Ingenieurwissenschaften, rund 69 Prozent das Modul Schlüsselkompetenzen/Berufsfelderkundung und rund 54 Prozent das Modul Projektarbeit.

Mit ca. 88 Prozent stimmt ein hoher Anteil der Aussage, dass das OSM bei der Entscheidung für oder gegen ein Studium hilfreich sein könnte, eher zu oder zu (n = 1533). Rund 89 Prozent halten es für ein sinnvolles Angebot.

Die Antworten auf die qualitative Frage, welche weiteren inhaltlichen Aspekte im OSM berücksichtigt werden sollten, wurden in sechs Cluster eingeteilt. Im Folgenden sind diese Cluster nach Anzahl der Nennungen mit einigen Beispielen aufgeführt.

- *Meta* und praktische Skills (n = 169), bspw. soziale Kompetenzen, Wissenschaftliches Arbeiten
- Ausblick in Industrie/Praxis (n = 139) (auch Beruf der Forschenden), bspw. Reinschnuppern in Form von Praktika, da diese häufig

eine große Rolle in MINT Studiengängen spielen, Kooperationen mit Betrieben für z. B. Baustellen/Anlagenerfahrung

- Allgemeine Infos zum Hauptstudium integrieren, Einblicke ins Studium geben, Vergleich zwischen Fachbereichen/Studiengänge (n = 105), bspw. Zeigen von Studienablaufplänen, um zu absolvierende Lehrveranstaltungen bekannt zu machen, Schnupperkurse in verschiedene Modulfächer z. B. Technische Mechanik, Elektrotechnik, Thermodynamik
- Erfahrungswerte und Kontakt zu bereits Studierenden (n = 75), bspw. Gespräche mit/Vorträge von Absolvent:innen zum Kennenlernen von Zukunftsperspektiven, 1:1 Coachings/ Treffen zwischen Studieninteressierten und arbeitstätigen Absolvent:innen des Studienganges (ggf. mit Fragenkatalog als Hilfestellung)
- Universitäre Belange und Studierendenleben (n = 69), bspw. Studienfinanzierung, Universitätsstruktur
- Spezielle Inhaltswünsche (n = 67), bspw. meist Grundlagenkurse oder Vorbereitungskurse: Praktisches Arbeiten im Labor, Programmierung
- Weitere ungeclusterte mehrmalige Nennungen sind zudem: Frauen im MINT-Studium, psychisches Beratungsprogramm, Unterschiede zwischen Schule und Studium aufzeigen, Vernetzung zwischen OSM-Teilnehmenden, gesellschaftlicher Bezug der Studiengänge erörtern, Sport

Die Antworten auf die qualitative Frage, welche weiteren Angebote (zur Studienorientierung) in das OSM integriert werden sollten, konnten ebenfalls in die sechs Cluster eingeteilt werden. Im Folgenden sind auch diese Cluster nach Anzahl der Nennungen mit einigen Beispielen aufgeführt.

- Spezielle Inhaltswünsche (meist Grundlagenkurse oder Vorbereitungskurse) (n = 53), bspw. Vorbereitungskurse Naturwissenschaft, Kurs in Chemie/Biologie
- Universitäre Belange und des Studierendenlebens (n = 25), bspw. Campus Leben, Hochschulgruppen
- Meta und praktische Skills (n = 22), bspw. Sprachkurse, Self analysis ability

- Allgemeine Infos zum Hauptstudium integrieren, Einblicke ins Studium geben, Vergleich zwischen Fachbereichen/Studiengänge (n = 19), bspw. Mobilität und Auslandsaufenthalte, Praktikumswoche in Wunschfachgebieten an der TU Dresden, in den Ferien
- Erfahrungswerte und Kontakt zu bereits Studierenden (n = 17), bspw. Gespräche mit Studis aus den jeweiligen Studieneinrichtungen, Persönliche Beratungs-/Gesprächs-/Coaching-Angebote, denn diese sind am besten geeignet, individuelle Lern- und Entwicklungsprozesse zu reflektieren. ggf. ergänzend Reflexionsinstrumente wie Portfolios, Podcast o. ä.
- Ausblick in Industrie/Praxis (auch Beruf der Forschenden) (n = 17), bspw. ggf. Anlaufstellen für Praktika präsentieren, nicht nur in Studiengänge reinschnuppern, sondern auch gleich Kontakt zum Berufsalltag (Forschung, Firmenbesuche, Vorträge)
- Weitere ungeclusterte mehrmalige Nennungen sind zudem: Absprache mit Erasmus, Ringvorlesungen und Kolloquien der Fakultäten, Rechercheunterstützung sowie psychisches Beratungsprogramm

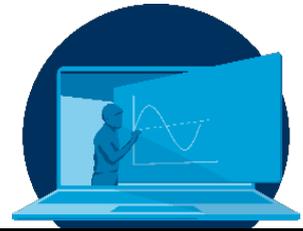
4. Implikationen

Klar wird, dass die Sorgen der befragten Studieninteressierten sich mit denen in der Literatur decken. Das OSM targetiert einige dieser Sorgen und versucht, mit den kombinierten modularen Angeboten diesen zu begegnen und ihnen entgegenzuwirken. Die von den Schüler:innen eingeschätzten Gründe für Bauchschmerzen bzgl. ihrer Zukunftsplanung werden bspw. mit folgenden Angeboten aus dem OSM adressiert: Der Schwierigkeit eigene Qualifikationen und Kompetenzen einzuschätzen sowie die Unklarheit über die eigenen Fähigkeiten stellt das OSM Angebote zur Vermittlung von Schlüsselkompetenzen, der Unterstützung bei der Studienfachwahl durch die Teilnahme an regulären Vorlesungen und der Vermittlung von fachlichen Kompetenzen gegenüber. Die Angabe der Schüler:innen Schwierigkeiten zu haben, hilfreiche Informationen einzuholen, begegnet das OSM durch vielfältige Angebote. Ebenfalls kann konstatiert werden, dass das Interesse über das

MINT-Feldes hinaus, gegeben ist und sich das ursprünglich als Orientierungsstudium MINT geplante Konzept, zu einem alle Fächer betreffenden OSM-Programm geöffnet hat. Dieses Interesse zeigt auch das Ergebnis der Teilnehmenden, die aus anderen Fachbereichen als den MINT-Disziplinen kommen.

Literatur

- [1] Dudek, K.; Ohly, M. & Tauch, C. (2021). Statistische Daten zu Studienangeboten an Hochschulen in Deutschland. Studiengänge, Studierende, Absolventinnen und Absolventen. Wintersemester 2021/2022. Statistiken zur Hochschulpolitik 1/2021. Berlin: HRK.
- [2] Berthold, C.; Jorzik, B. & Meyer-Guckel, V. (2015, Hrsg.): Handbuch Studienerfolg. Edition Stifterverband, Essen.
- [3] Heublein, U. (2020). Studienorientierung als Voraussetzung für den Studienerfolg (Keynote). Symposium „Studienerfolg durch Orientierung“, Frankfurt am Main: Goethe-Universität Frankfurt am Main.
- [4] Schneider, H.; Franke, B.; Woisch, A. & Spangenberg, H. (2017). Erwerb der Hochschulreife und nachschulische Übergänge von Studienberechtigten. Studienberechtigte 2015 ein halbes Jahr vor und ein halbes Jahr nach Schulabschluss. Forum Hochschule 4/2017.
- [5] Heinz, M.; Heitz, R.; Fischer, H.; Breitenstein, B. & Köhler, T. (2020). Das Studienassistenzsystem gOPAL - Unterstützung Studierender in der Studieneingangsphase. In: Schulze-Stocker, F. (Hrsg.); Schäfer-Hock, C. (Hrsg.); Greulich, H. (Hrsg.). Wege zum Studienerfolg. Analysen, Maßnahmen und Perspektiven an der Technischen Universität Dresden 2016 - 2020. Dresden: TUDpress. <https://tud.qucosa.de/api/qucosa%3A74305/attachment/ATT-0/?L=1>



Studentische Sicht auf Digitalisierung

T. Klotz¹, C. Ohlrogge¹, R. Güner¹, J. Brühl², C. Fleischer²,
J. Schaarschmidt², C. Czichy³

¹Studierende an der Universität Bremen

²Studierende an der TU Dresden

³Professur für Magnetofluidynamik, Mess- und Automatisierungstechnik, Institut für Mechatronischen Maschinenbau, Fakultät Maschinenwesen, TU Dresden

Im Workshop „Studentische Sicht auf Digitalisierung“ wurde zwischen Studierenden und Lehrbeauftragten sowohl über grundlegende als auch spezifische Inhalte bezogen auf Lehrveranstaltungen diskutiert. Es wurde über die Aspekte und Möglichkeiten der Digitalisierung gesprochen und darüber welche unterschiedlichen Lehransätze es aktuell gibt. Daraufhin wurden ideale Konzepte für Vorlesungen, Tutorien und Praktika für die Gegenwart und die Zukunft entwickelt. Während der Diskussionen wurden die Probleme der Lehrbeauftragten sowie die Wünsche der Studierenden gesammelt und in die entwickelten Konzepte eingebracht. Die Erkenntnisse aus diesem Workshop werden im Folgenden dargelegt.

In the workshop "Student View of Digitization", students and lecturers discussed both fundamental and specific content related to teaching courses. The aspects and possibilities of digitization were considered, and which different teaching approaches are currently available. Thereupon, ideal concepts for lectures, tutorials and practical courses for the present and the future were developed. During the discussions the problems of the lecturers as well as the wishes of the students for the lecturers were collected and integrated in the developed concepts.

*Corresponding author: timklotz@uni-bremen.de

1. Einleitung

Die Digitalisierung schreitet immer weiter voran. Aus studentischer Sicht betrachtet, ist sie eine vielschichtige und faszinierende Angelegenheit. Als Studierende sind wir einer Generation angehörig, die mit digitalen Technologien aufgewachsen ist. Einen großen Anteil nimmt dabei der Besuch von Lehrveranstaltungen ein.

In den letzten Jahren zeigte sich, dass die Herausforderung, die Lehre zu digitalisieren, von Dozierenden unterschiedlich erfolgreich umgesetzt wurde. Studierende haben dabei eine Vielzahl von verschiedenen digitalen Lehrkonzepten durchlaufen und sind dadurch in der Lage, diese qualitativ einzuordnen. Obwohl eine Vielzahl der Lehrveranstaltungen nun wieder in Präsenz stattfinden, sind auch einige hybride Lehrkonzepte bestehen geblieben.

Insgesamt gesehen hat die Digitalisierung das Potenzial, das studentische Leben zu bereichern und zu verbessern. Es liegt jedoch an uns, gemeinsam mit den Lehrkräften, die Chancen zu nutzen und die Herausforderungen der Digitalisierung zu bewältigen.

Jeweils drei Studierende der Universität Bremen und der Technischen Universität Dresden haben gemeinsam einen Workshop auf der Lessons Learned Konferenz im Juli 2023 organisiert. Mit etwa 15 Teilnehmenden, die in der Lehre tätig sind, wurden zusammen mit den sechs Studierenden, vier Stunden verschiedene Aspekte diskutiert und die Ergebnisse in Form von Mind-Maps festgehalten. Ziel dieses Workshops war es, Konzepte für Vorlesungen, Tutorien und Praktika zu entwickeln, die sowohl in der Gegenwart als auch in der Zukunft anwendbar sind.

2. Chancen durch die Digitalisierung in der Lehre

Die Digitalisierung in der Lehre bezieht sich auf die Integration von digitalen Technologien und Medien in den Bildungsprozess, insbesondere in den Lehr- und Lernprozessen [1]. Ziel ist es, die Bildungsangebote zu verbessern, zu modernisieren und die Lernumgebung zu optimieren.

Im Folgenden werden die wichtigsten Aspekte der Digitalisierung in der Lehre aufgelistet:

1. Zugänglichkeit:

Digitale Lehrmaterialien ermöglichen einen einfachen, flexiblen und schnellen Zugriff auf Bildungsinhalte, der unabhängig vom Standort erfolgen kann. Dies ist einer der wichtigsten Vorteile der aktuellen Technologie, da es dazu führen kann, sich Wissen in individueller Form selbst anzueignen und verpasste Lehrmaterialien einfacher nachzuholen [2, 3].

2. Individualisierung:

Digitale Tools und Plattformen bieten die Möglichkeit, die Lehrveranstaltung stärker an die individuellen Bedürfnisse anzupassen. Studierende können in ihrem eigenen Tempo voranschreiten und auf personalisierte Ressourcen zugreifen [4].

3. Interaktivität:

Durch den Einsatz von interaktiven Elementen wie Videos, Simulationen, Quizen und Diskussionsforen können Dozierende die Vorlesung ansprechender gestalten und neue Reize setzen. Als mögliches Resultat erhöht sich das Verständnis der Studierenden [3, 4].

4. Kollaboration:

Digitale Technologien fördern die Zusammenarbeit und den Austausch von Wissen zwischen Studierenden. Mit Kollaborationstools können Gruppenmitglieder zeitgleich am selben Projekt arbeiten. Zudem können Meetings einfacher abgestimmt und eingehalten werden, da z.B. lange Laufwege entfallen [4].

5. Feedback und Bewertung:

Digitale Plattformen bieten Möglichkeiten zur automatisierten Bewertung und schnelleren Rückmeldung von Aufgaben. Beispielsweise bieten sich E-Tests während des Semesters an, bei denen nur Multiple-Choice-Fragen oder exakte Beträge eingetippt werden müssen. Das fördert die Wissensfestigung der Studierenden. Ebenso erfolgt eine individuelle Rückkopplung, welche Themenbereiche den Studierenden noch Probleme bereiten, ohne die Lehrbeauftragten zu überlasten [4, 5].

6. Distanzunterricht:

Die Digitalisierung hat sich während der COVID-19-Pandemie als besonders wichtig erwiesen, um den Lehrbetrieb auch in Zeiten von nicht erlaubter Präsenzlehre aufrechtzuerhalten. Zudem ermöglicht sie bei Studiengängen mit besonders hoher Anzahl internationaler

Studierender, diesen an den ersten Vorlesungen teilzunehmen, auch wenn aufgrund von z.B. Verzögerungen beim Ablauf des Visaverfahrens eine Präsenzteilnahme nicht möglich ist [4, 6].

7. Asynchrone Lehre:

Mit asynchroner Lehre ist der Konsum der Lehrinhalte zeitlich und örtlich unabhängig möglich. Die Studierenden können mittels Drittanbietern wie z.B. Study-Drive oder anderen bezahlten Partnern an Lehrmaterial gelangen. Alternativ können auch Wikis diesbezüglich helfen. Die asynchrone Lehre hat den Vorteil, dass sie Flexibilität und individuelles Lernen fördert [6, 7].

Neben all diesen positiven Aspekten muss auch angemerkt werden, dass nicht jede Form der Digitalisierung sinnvoll ist. So kann asynchrone Lehre auch die soziale Interaktion und den spontanen Austausch zwischen Dozierenden und Studierenden oder zwischen Studierenden mit anderen Studierenden einschränken, was in einigen Fällen zu einem Gefühl der Isolation führen kann [8]. Es lässt sich verallgemeinern, dass Lehre ohne festen Vorlesungstermin die Studierenden zu mehr Eigeninitiative auffordert, was nicht jedem Studierendentyp zugutekommt. Die Digitalisierung in der Lehre bietet viel Potenzial, um das Bildungserlebnis zu verbessern und die Lernergebnisse der Studierenden zu steigern, erfordert aber auch sorgfältige Planung, Schulung der Lehrbeauftragten und die Berücksichtigung von möglichen Herausforderungen.

3. Aktuelles Spektrum der Lehre

Im Folgenden wird das aktuelle Spektrum an bereits existierenden Lehransätzen, welche von den Teilnehmenden des Workshops angeboten wird, aufgezeigt. Das Spektrum wurde mithilfe der Studienordnung für den Studiengang Maschinenbau der TUD (§ 5) [9], dem allgemeinen Teil der Bachelorprüfungsordnungen der Universität Bremen (AT PBO § 6) [10] sowie mithilfe einer Diskussion aller Workshop-Teilnehmenden erarbeitet.

1. Traditionelle Vorlesungen:

Diese umfassen Vorträge und Präsentationen, bei denen Dozierende Wissen an die Studierenden durch Frontalunterricht vermitteln.

2. Seminare und Workshops:

Hierbei handelt es sich um interaktive Sitzungen, in denen Studierende aktiv an Diskussionen, Gruppenarbeiten und praktischen Übungen teilnehmen.

3. Projektbasiertes Lernen:

Hier arbeiten Studierende an konkreten Projekten oder Fallstudien, um praktische Fähigkeiten und Problemlösungskompetenzen zu entwickeln.

4. E-Learning und Online-Kurse:

Die Nutzung von Online-Plattformen und Lernmanagementsystemen dient zur Bereitstellung von Lehrmaterialien, Aufgaben und Tests.

5. Blended Learning:

Unter Blended Learning fallen Lehrkonzepte, die eine Kombination aus traditionellem Präsenzunterricht und Online-Lernen darstellen, um die Vorteile beider Ansätze zu nutzen.

6. Flipped Classroom:

Studierende bereiten sich vor dem Unterricht auf Lehrinhalte vor, während die Präsenzzeit für Diskussionen und interaktive Aktivitäten genutzt werden kann.

7. Gamification:

Gamification bezeichnet die Integration von spielerischen Elementen und Videospielformaten, um die Motivation und das Engagement der Studierenden zu steigern.

8. Online-Plattformen für Kollaboration:

Dies entspricht der Verwendung von Tools wie Wikis, Blogs und sozialen Medien, um kollaboratives Lernen und Diskussionen zu fördern.

9. Simulations- und Laborkurse:

Dabei werden virtuelle oder physische Labumgebungen geschaffen, in denen Studierende praktische Erfahrungen sammeln können.

10. Praktika und Feldarbeit:

Hiermit werden direkte Anwendungen des erworbenen Wissens in realen Arbeitsumgebungen vermittelt.

Bei all diesen Lehransätzen ist anzumerken, dass stets die Randbedingungen berücksichtigt werden müssen. Zum Beispiel lässt sich vermutlich keine besonders sinnvolle Flipped-Classroom Veranstaltung mit 300 Studierenden umsetzen.

4. Konzeptentwicklung Vorlesung

In diesem und den nächsten beiden Kapiteln folgen die Auswertungen zu den Konzepten, welche die Teilnehmenden des Workshops, sprich Studierende und Lehrbeauftragte, ausgearbeitet haben, um eine optimierte Vorlesung, Übung und Laborveranstaltung zu entwickeln. Dabei beziehen sich die Konzepte auf die Gegenwart, wobei Wünsche beziehungsweise visionäre Hoffnungen für die Zukunft benannt werden. Bei dem Folgenden handelt es sich um in Kleingruppen erarbeitete Ideen für eine optimierte Veranstaltung unter den aufgeführten Randbedingungen. Diese unterscheiden sich für jede Modulveranstaltung durch Inhalt, Standort/Räumlichkeiten, Studierendenkohorte, Art der Prüfung und weitere.

1. Vorlesung mit hoher Anzahl an Teilnehmenden:

Bei einer Grundveranstaltung, die in einem der ersten Semester besucht wird und etwa 300-400 Studierende umfasst, bietet sich Frontalunterricht mit Tablets an. Auf den Tablets werden die Inhalte festgehalten, ähnlich wie es sonst an der Tafel geschehen würde. Mit einem Beamer oder ähnlichem können die geschriebenen Inhalte vom Dozierenden an die Wand projiziert werden. Der Vorteil des Schreibens auf Tablet/Laptop liegt darin, dass die geschriebenen Notizen einfach hochgeladen werden können und die Dozierenden so einfacher Animationen oder ähnliches präsentieren können. Zudem bietet es sich an, in der Mitte der Vorlesung ein Quiz durchzuführen, zum Beispiel über Kahoot, um die Inhalte zu festigen und die Aufmerksamkeit der Zuhörenden zu erhöhen. Des Weiteren wird die Vorlesung aufgezeichnet und auf einer Plattform hochgeladen, beispielsweise auf YouTube. Im Idealfall können auch kleine Experimente/Labore eingebaut werden, damit die Studierenden einen Praxisbezug erhalten und die Inhalte besser

behalten, da sie sich die Inhalte auch bildlich/haptisch vorstellen können.

Um in die Zukunft zu schauen, wird gehofft, dass die technische Infrastruktur an den Hochschulen allen Bedürfnissen gerecht wird. Das bedeutet, dass das notwendige Equipment in den Räumen vorhanden ist und für eine ausreichende Bandbreite gesorgt ist. Zudem gibt es keine Probleme mehr mit dem Datenschutz. Des Weiteren können KIs direkt unterstützen. Die KIs sind in der Lage, konkrete Inhalte korrekt wiederzugeben. In Abbildung 1 ist eine Mind-Map zu erkennen, welche von den Workshop-Teilnehmenden, über das Thema „Konzept für eine Vorlesung“, erstellt wurde. Solche Mind-Maps wurden für alle Themen beziehungsweise Diskussionen erstellt.

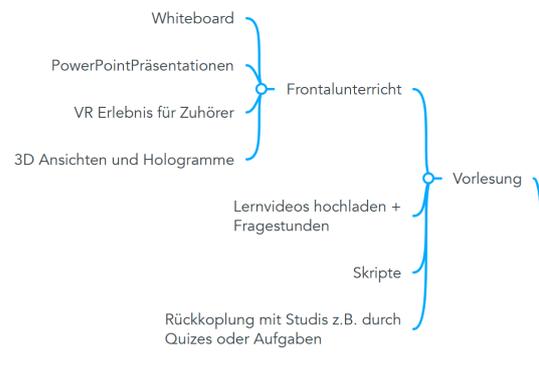


Abbildung 1: Konzept für eine Vorlesung, erstellt von Workshop-Teilnehmenden

2. Vorlesung mit Praxisbezug

Falls es sich um eine Veranstaltung im höheren Semester handelt, wurde folgendes entwickelt: Die Hälfte der Vorlesungszeit besteht aus einer Vorlesung über das spezifische Thema. In der zweiten Hälfte sollen die Studierenden, im besten Fall mit der Hilfe eines wissenschaftlichen Mitarbeitenden oder Doktoranden, Simulationen starten und analysieren. Der Vorteil dabei ist, dass neben den Lehrinhalten der Vorlesung auch technische Kompetenzen erlernt werden.

Als Beispiel geht es um eine Veranstaltung über Quantenmechanik. Hier könnten Simulationen mit QuantumESPRESSO [11] gemacht werden. Dafür könnten sich die Studierenden neben dieser Software auch im besten Fall mit UNIX-Systemen, VIM, VESTA [12] und Xcrysden [13] beschäftigen. Um die Studierenden zu

motivieren, würde man ihnen ihr spezifisches Thema frei wählbar lassen. Mit Xcrysden könnten GIFs erstellt werden, welche die Bewegungen der Atome widerspiegeln. Bei diesem extremen Beispiel ist anzumerken, dass nicht jede Veranstaltung so aussehen kann, da dies eine zusätzliche Belastung für die Studierenden und wissenschaftlichen Mitarbeitenden darstellt.

5. Konzeptentwicklung Übung/Tutorium

In den Übungen beziehungsweise Tutorien soll das Verständnis der Vorlesungsinhalte gestärkt werden. Entsprechend sind die Aufgaben kompetenzbasierend und es gibt kein Rechnen ad absurdum.

1. Erwartungen

Von der Betreuungsperson wird erwartet, dass sie über ausreichende Vortragskompetenz verfügt und Gruppenarbeiten fördert. Zudem müssen die Aufgaben und Materialien frühzeitig für die Studierenden vorhanden sein, damit sie sich schon vor der Übung die Aufgaben anschauen können.

Prinzipiell sollen nicht alle Aufgaben vorge-rechnet und jeder Zwischenschritt zum Erreichen der Lösung hochgeladen werden. Vielmehr sollen nur die finalen Lösungen und gegebenenfalls Zwischenergebnisse irgendwo bereitgestellt werden, damit die Studierenden während des Rechnens direkt nachschlagen können, ob sie die Aufgabe richtig gelöst haben oder gegebenenfalls nachfragen können. Mit diesem Vorgehen bleibt das Erlernte viel besser haften, und bei einer richtigen Lösung erhalten die Studierenden auch ein Erfolgserlebnis. Das Lernen aus eigenen Fehlern stellt einen großen Teil des Lernerfolgs dar. Dies entspricht der Meinung der Studierenden als auch der teilnehmenden Dozierenden.

2. Lehrstruktur

Während des Tutoriums sollen die Aufgaben in Kleingruppen gelöst werden. Dabei können die Studierenden sich gegenseitig unterstützen und ihren Rechenweg erklären. Falls es sich anbietet, kann die Betreuungsperson den notwendigen Inhalt aus der Vorlesung für das Tutorium in den ersten 10 - 15 Minuten wiederholen.

Zukünftig könnten Videoeinspieler als Vorbereitung für das Tutorium dienen. Mit diesen lassen sich die Inhalte gegebenenfalls einfacher visualisieren. Zudem könnten auch in dem Tutorium KIs hilfreich sein, um zum Beispiel den Studierenden schnell auf ihre Fehler hinzuweisen.

3. Problemstellung und Zukunftsvision

Das größte Problem an der KI ist, dass sie noch nicht ausgereift ist und es noch dauert, bis dies der Fall ist. Außerdem könnte der Einsatz von E-Tutoren in der Zukunft hilfreich sein. Diese könnten als Erinnerungsbots oder Chatbots bei Fragen genutzt werden.

6. Konzeptentwicklung Labore/Praktika

Insgesamt bieten Labore neben Vorlesungen eine umfassendere und praxisorientiertere Bildungserfahrung, die die Studierenden auf eine breite Palette von beruflichen Herausforderungen vorbereitet und ihre akademische Entwicklung fördert. Zudem soll die kritische Denkfähigkeit gefördert werden. Die Laborarbeit erfordert oft kritisches Denken, Problemlösung und Entscheidungsfindung. Studierende lernen, komplexe Probleme zu analysieren, Hypothesen zu entwickeln und experimentelle Ansätze zur Lösung zu entwerfen. Es soll außerdem die Teamarbeit und Kommunikation zwischen Studierenden gefördert werden.

Zukünftig können auch digitale Tools in die Labore eingebracht werden, zum Beispiel VR-Tools für eine Montagetechnik oder Reaktortechnik. Es soll eine Gamification eingebracht werden zum Beispiel im Sandkastensystem, um ein vollumfängliches Verständnis für das gezeigte System zu erlangen. Ein solches Sandkastensystem ist eine isolierte Testumgebung, die es ermöglicht, Programme, Codes oder Software sicher auszuführen und zu testen, ohne das restliche System oder die Produktionsumgebung zu gefährden. Dabei ist anzumerken, dass es bereits Simulationsspiele gibt, welche verständlich und benutzerfreundlich sind, wobei deren Funktionen unbedingt vorher auf Sinnhaftigkeit überprüft werden müssen.

7. Aufgezeigte Probleme von Seiten der Dozierenden

Die Digitalisierung der Lehre bringt zwar viele Vorteile mit sich, birgt jedoch auch eine Reihe von Herausforderungen und Problemen für die Dozierenden. Im Folgenden sind einige der häufigsten Probleme aufgelistet, mit denen Dozierende bei der Integration digitaler Technologien in den Lehrprozess konfrontiert sein könnten:

1. Technische Herausforderungen: Nicht alle Räume an den Hochschuleinrichtungen sind mit der erforderlichen technischen Infrastruktur ausgestattet, um digitale Tools und Plattformen effektiv zu nutzen. Der Umgang mit neuen Softwareanwendungen oder Lernmanagementsystemen kann schwierig sein.

2. Zeitaufwand: Die Erstellung digitaler Lehrmaterialien, die Pflege von Online-Plattformen und die technische Unterstützung der Studierenden erfordern zusätzlichen Zeitaufwand. Dies kann zu einer Überlastung der Dozierenden führen, insbesondere wenn die Vorbereitung und Durchführung von Online-Kursen zusätzlich zu regulären Lehrverpflichtungen erfolgt. Zudem erfolgt für einen solchen enormen Mehraufwand nicht immer ein Ausgleich, zum Beispiel finanziell oder zeitlich, wobei dies zwingend notwendig wäre.

3. Interaktion und Engagement: In einer digitalen Lernumgebung kann es schwieriger sein, die Aufmerksamkeit der Studierenden aufrechtzuerhalten und eine aktive Interaktion zu fördern. Die Herausforderung besteht darin, Wege zu finden, um Online-Interaktionen und Diskussionen anzuregen.

4. Ungleichheit der technologischen Ausstattung: Nicht alle Studierenden haben Zugang zu hochwertiger Technologie oder einer stabilen Internetverbindung. Dies kann zu einer ungleichen Teilhabe führen, und Dozierende müssen alternative Lösungen finden, um sicherzustellen, dass alle sowohl an Prüfungen als auch an den Lehrveranstaltungen teilnehmen können.

5. Datenschutz und Sicherheit: Der Umgang mit persönlichen Daten der Studierenden in digitalen Plattformen erfordert eine sorgfältige Einhaltung von Datenschutzbestimmungen

und Sicherheitsrichtlinien. Diese erschweren erheblich das Digitalisieren der Lehreinheiten.

8. Zusammenfassung der Wünsche der Studierenden

In diesem Abschnitt werden die Wünsche der Studierenden aufgelistet, welche einen positiven Einfluss auf die Lehre geben könnten.

1. Die Studierenden wünschen sich, dass neben der Vermittlung von den inhaltlichen Grundlagen ebenfalls auch Kompetenzen erlangt werden, welche unabhängig vom Lehrinhalt sind, dazu gehören:

- Umgang mit digitalen Tools (z.B. Vim, Microsoft Office, LaTeX, Obsidian oder modulspezifischere Software exemplarisch Inventor)
- Soft Skills (z.B. durch Gruppenarbeiten und Präsentationen)

2. Ein weiterer Wunsch ist es, dass es die Möglichkeit zur hybriden Lehre gibt (sofern es möglich ist). Bei der Mehrheit der Studierenden ist weiterhin eine Präsenzveranstaltung präferiert, jedoch gibt es immer wieder mal Probleme, welche auftreten können, weshalb die Studierenden nicht zum Präsenstermin erscheinen können. Exemplarisch könnten Krankheiten oder andere Termine die Ursache dafür sein. Im besten Fall können die Vorlesungen aufgezeichnet werden und bis nach der Prüfung den Studierenden zur Verfügung gestellt werden. Studierende wünschen sich einen lückenlosen Zugang zu allen Inhalten.

3. Eine Zentralisierung/Vereinheitlichung der Veranstaltungen innerhalb des entsprechenden Portals (OPAL, Stud.IP etc.) würde viele organisatorische Probleme der Studierenden als auch der Dozierenden verhindern. Des Weiteren war es auffällig, dass viele Lehrbeauftragte unterschiedliche Tools verwenden. Exemplarisch für Onlinevorlesungen wurden Teams, Zoom, BigBlueButton, Discord etc. verwendet. Aus studentischer Sicht wird gewünscht, dass zumindest fachbereichs-/fakultätsintern dieselben Tools verwendet werden.

4. Sofern es sich anbietet, können Interaktionen in der Mitte der Vorlesung, z.B. ein Quiz,

Kahoot oder Ähnliches, eingebaut werden. Diese wenden das in der Vorlesung erlernte Wissen an und sorgen für eine bessere Festigung der Inhalte. Zudem sorgt die eingeschobene Phase für Abwechslung und neue Konzentration für den darauffolgenden Vortragsteil. Interaktionen können auch praktisch mit digitalen Erfahrungen verknüpft werden.

9. Fazit

Der Workshop "Studentische Sicht auf Digitalisierung" bot eine tiefgreifende Diskussion über die Zukunft der Lehre im digitalen Zeitalter. Die Teilnehmenden entwickelten Visionen, die über aktuelle Möglichkeiten hinausgehen und eine optimierte Lernumgebung für die Studierenden schaffen sollen.

Die Diskussionen ergaben, dass die Digitalisierung die Zugänglichkeit, Individualisierung, Interaktivität und Kollaboration in der Bildung verbessern kann. Trotzdem stehen Dozierende vor technischen, zeitlichen und sozialen Herausforderungen. Die Studierenden wünschen sich eine ausgewogene Integration digitaler Tools, hybride Lehrformate und eine Vereinheitlichung der Lehrplattformen. Insgesamt zeigt der Workshop die Bedeutung einer engen Zusammenarbeit zwischen Studierenden und Lehrbeauftragten, um die Lehre zukunftsorientiert zu gestalten.

In Bezug auf Vorlesungen wurde eine verstärkte Integration digitaler Technologien diskutiert, die über die bloße Aufzeichnung von Vorlesungen hinausgeht. Zukünftige Vorlesungskonzepte könnten den Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) umfassen, um Lehrinhalte präziser und dynamischer zu vermitteln. Die Vorstellung einer technisch ausgeprägten Infrastruktur in Hörsälen sowie die direkte Unterstützung durch KI erscheint zwar utopisch, aber dennoch als erstrebenswertes Ziel.

Für Übungen und Tutorien wurde die Idee von digitalen Assistenten, wie E-Tutoren oder Chatbots, als potenzielle Unterstützung für Studierende und Dozierende diskutiert. Diese könnten nicht nur bei Fragen helfen, sondern auch

als Erinnerungsbots oder zur Unterstützung bei der Vor- und Nachbereitung von Lehrinhalten dienen.

Im Bereich der Labore und Praktika wurde die Integration von Virtual Reality (VR) und Gamification als zukunftsweisende Ansätze diskutiert. Durch VR-Tools könnten Studierende realistische Laborumgebungen erleben, während Gamification-Elemente das Engagement und die Motivation erhöhen könnten.

Diese Zukunftsvorstellungen verdeutlichen das Potenzial der Digitalisierung, die Lehre noch effektiver und ansprechender zu gestalten. Sie zeigen jedoch auch, dass eine erfolgreiche Umsetzung dieser Ideen eine kontinuierliche Weiterentwicklung der technologischen Infrastruktur sowie eine enge Zusammenarbeit zwischen allen Beteiligten erfordert.

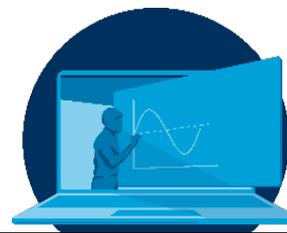
10. Danksagung

Wir möchten allen Teilnehmenden des Workshops "Studentische Sicht auf Digitalisierung" unsere aufrichtige Dankbarkeit aussprechen. Dieser Workshop war nur durch die aktive Beteiligung und das engagierte Mitwirken aller Teilnehmenden möglich. Vielen Dank für den Input, die interessanten Gespräche und die aufschlussreichen Antworten. Ein Dank geht an alle Studierenden, die diesen Workshop geplant und durchgeführt haben, sowie für die tolle Zusammenarbeit. Ein herzliches Dankeschön geht auch an die Organisatoren und Unterstützer für die Möglichkeit, diesen Workshop veranstalten zu können und für den reibungslosen Ablauf. Besonders möchten wir uns auch bei Prof. Odenbach für die Einladung und Unterstützung für den Workshop bedanken. Ebenso möchten wir uns bei der TUD-Finanzierung bedanken.

Literatur

- [1] Rampelt, F., & Wagner, B. (2020). Digitalisierung in Studium und Lehre als strategische Chance für Hochschulen. *Zukunft Lernwelt Hochschule. Perspektiven und Optionen für eine Neuausrichtung*, 105-120.

- [2] Albrecht, S., & Revermann, C. (2016). Technik folgenabschätzung (TA). Digitale Medien in der Bildung (Bericht des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung (18. Ausschuss) gemäß §56a der Geschäftsordnung Nr. 18/9606; S. 177). Deutscher Bundestag - 18. Wahlperiode
- [3] Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). (2016). Bildungsoffensive für die digitale Wissensgesellschaft. Strategie des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. Berlin.
- [4] Gloerfeld, C. (2020). Auswirkungen von Digitalisierung auf Lehr- und Lernprozesse. Wiesbaden.
- [5] Vladova, G., Ullrich, A., & Bender, B. (2021). Chancen und Grenzen digitaler Lehre an Hochschulen aus Studierendenperspektive: Empirische Befunde und Gestaltungshinweise. HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik, 58(6), 1313.
- [6] Stoppe, V., & Knaus, T. (2022). Hybrid-Lehre: Klar! Aber wie? Konzeption und technische Umsetzung interaktiver Hybrid-Lehre am Beispiel eines synchronen Tutoriums. Ludwigsburger Beiträge Zur Medienpädagogik, 22, 1–12.
- [7] Becker, M., Leßke, F., Liedtke, E., Hausteiner, E., Heidbrink, C., Horneber, J., ... & Wessel, P. (2020). Rückblick auf das erste „Corona-Semester“. Ergebnisse einer semesterbegleitenden Untersuchung der Task Force Digitale Lehre des Instituts für Politische Wissenschaft und Soziologie der Universität Bonn. Zeitschrift für Politikwissenschaft, 30, 681-696.
- [8] Fuchs, T., & Matzinger, D. (2021). Lost in Pandemic. Zur Frage von adoleszenten Bildungsprozessen und Übergängen in Zeiten des Social Distancing (pp. 33-47).
- [9] Technische Universität Dresden Fakultät Maschinenwesen (2019). Studienordnung für den Diplomstudiengang Maschinenbau (https://www.verw.tu-dresden.de/Amtbek/PDF-Dateien/2019-10/01_13soDM17.05.2019.pdf)
- [10] Universität Bremen (2021). s Allgemeinen Teils der Bachelorprüfungsordnungen der Universität Bremen (https://www.uni-bremen.de/fileadmin/studydata/DBS/Dokumente/Ordnungen/Pruefungsordnung/AT-BPO-02-21_Lesefassung_gesamt.pdf)
- [11] Giannozzi, P., et al., (2009). J. Phys.:Condens. Matter 21 395502 (<https://www.quantum-espresso.org>)
- [12] Momma, K., & Izumi, F. (2008). VESTA: A three-dimensional visualization system for electronic and structural analysis. Journal of Applied Crystallography, 41(3), 653-658.
- [13] Kokalj, A., J. Mol. Graphics Modelling (1999), 17, 176-179.(<http://www.xcrysden.org/>)



Eine Analyse der Teilnahme an einer hybriden und asynchronen Lehrveranstaltung

L. Degenhardt¹, M. Bodirsky²

¹ Team digitale Lehre, Bereich Mathematik und Naturwissenschaften, TU Dresden

² Professur für Algebra und Diskrete Strukturen, Institut für Algebra, Mathematik, TU Dresden

Abstract

Zeit- und ortsungebundene Lehre unterstützt Studierende dabei, das Studium unabhängig von äußeren, beispielsweise privaten Umständen, zu bewältigen. Hierfür eignet sich u.a. der Einsatz von hybriden und asynchronen Lehrszenarien, welcher dementsprechend (auch nach der Corona-Pandemie) ein hochaktuelles, aber kontrovers diskutiertes Thema in der Hochschuldidaktik ist. Wie hybride Lehre lernwirksam gestaltet und systematisch weiterentwickelt werden kann, ist noch immer nicht geklärt. Im Pilotprojekt „TEORy – Try, Explore, Observe and Review hybrid Teaching“ unterstützt und begleitet daher eine technisch und didaktisch geschulte Person, der sogenannte E-Scout, regelmäßig eine hybride Lehrveranstaltung. Dies bietet die Möglichkeit, jede einzelne Veranstaltung einer Vorlesungsreihe zu evaluieren und so dem Lehrenden ein kontinuierliches Feedback zur Lehrveranstaltung zu geben. Um den von Lehrenden geäußerten Bedenken hinsichtlich einer sinkenden Teilnahme an hybriden Lehrveranstaltungen mit konkreten Zahlen zu begegnen, wird auf Basis der Protokolle des E-Scout die Entwicklung der Teilnahmezahlen vor Ort und online über das Semester hinweg betrachtet. Dabei werden erste Einflussfaktoren auf die Art der Teilnahme (online oder vor Ort) an einem hybriden Lehrszenario herausgearbeitet. Es wird vermutet, dass auf Grundlage der Beobachtungen und Rückmeldungen die Durchführung hybrider und asynchroner Lehrveranstaltungen unter bestimmten Randbedingungen sinnvoll ist und die Lehrenden weiterhin motiviert werden sollten diese Lehrformate anzubieten.

Time and place-independent teaching supports students in mastering their studies independently of external, e. g. private, circumstances. Among other things, the use of hybrid and asynchronous teaching scenarios is suitable for this. Accordingly, it is a relevant and controversially discussed subject in higher education didactics, even after the Corona pandemic. It has not been clarified, how hybrid teaching can be designed in a way that is effective for learning and how it can be further developed in a controlled manner. In the pilot project "TEORy - Try, Explore, Observe and Review hybrid Teaching", a technically and didactically trained person, the so-called e-scout, regularly supports and accompanies a hybrid course. This offers the possibility of evaluating each individual event of a lecture series and thus giving the lecturer continuous feedback on their course. In order to address the concerns expressed by lecturers regarding declining participation in hybrid courses with concrete figures, the development of participation figures on-site and online over the semester is examined on the basis of the E-Scout protocols. The first factors influencing the type of participation (online or on-site) in a hybrid teaching scenario will be worked out. It is assumed that, based on the observations and feedback, the implementation of hybrid and asynchronous courses makes sense under certain boundary conditions and that teachers should continue to be motivated to offer these teaching formats.

*Corresponding author: laura.degenhardt@tu-dresden.de

1. Hintergrund

Eine Bedarfsanalyse zur digitalen Lehre am Bereich Mathematik und Naturwissenschaften (MN)¹ der TU Dresden ergab, dass Lehrenden und Studierenden die Möglichkeit des zeit- und ortsunabhängigen Lernens als wichtigstes Ziel im Zusammenhang mit dem Einsatz digitaler Elemente in der Lehre empfinden. Zur Erreichung dieses Ziels eignet sich insbesondere die Umsetzung hybrider und asynchroner Lehrszenarien [1]. Da der Begriff „hybrid“ in der Lehre nicht eindeutig besetzt ist [2], definieren wir im Folgenden:

Hybride Lehre ist ein synchrones Lehrszenario, an den Personen zeitgleich vor Ort und virtuell teilnehmen und interagieren.

Diese Art der Lehrveranstaltung (LV) stellt Lehrende nicht nur technisch, sondern auch didaktisch vor große Herausforderungen, da parallel ein Präsenz- und ein Online-Auditorium aktiv in die Lehrveranstaltung einbezogen werden muss. Aus diesem Grund wünschen sich Lehrende neben den notwendigen technischen Voraussetzungen meist personelle Unterstützung bei der Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung hybrider Lehrveranstaltungen [3]. In der Literatur wird beispielsweise auf die Benennung „studentischer Co-Moderator:innen und Technik-Helfer:innen“ gesetzt [4], welche freiwillig Aufgaben, wie die Anmoderation von Fragen aus dem Chat, übernehmen. Diese Herangehensweise sahen einige Lehrende des

Bereich MN, vor allem aus den Fakultäten Mathematik und Physik, eher kritisch: Auf Grund der Komplexität und Fülle des behandelten Stoffes könnte es Studierenden mit zusätzlichen Aufgaben Schwierigkeiten bereiten, inhaltlich zu folgen. Demnach müsste eine externe Person diese unterstützenden Aufgaben übernehmen. Hier setzt das Pilotprojekt „TEORY“ an und stellt zusätzliche personelle Unterstützung für eine hybride Lehrveranstaltung zur Verfügung.

Grundlage der in diesem Text präsentierten Ergebnisse bildet die Vorlesung des Moduls „Diskrete Strukturen“ im Wintersemester (WiSe) 2022/23, eine Exportlehrveranstaltung der Fakultät Mathematik für das 1. Bachelor-Fachsemester Informatik. Die Vorlesungen fanden zweimal wöchentlich in einem hybriden und asynchronen Format statt. Das heißt, zusätzlich zur eingeführten Definition von hybrider Lehre wurde die Vorlesung aufgezeichnet und anschließend den Studierenden auf der Videoplattform Videocampus Sachsen zur Verfügung gestellt. Diese Lehrveranstaltung wurde durch einen E-Scout unterstützt und begleitet (vgl. Abb. 1). Der Begriff „E-Scout“ stammt aus dem Projekt „Digitale Lehre Hand in Hand“ des CODIP und ZiLL der TU Dresden. Es handelt sich um eine studentische Hilfskraft (SHK), welche mediendidaktisch und -technisch ausgebildet und anschließend zur Unterstützung der digitalen Lehre an verschiedenen Lehrstühlen



¹Abb. **Fehler! Nur Hauptdokument:** Übersicht zu Datenerhebung

An der TU Dresden werden Fakultäten einem Bereich zugeordnet. Der Bereich MN fasst die Fakultäten Mathematik, Physik, Biologie, Chemie und Lebensmittelchemie, sowie Psychologie.

tätig wird [5]. Aus den in grün gekennzeichneten Erhebungen der Abb. 1 geht hervor, dass der E-Scout neben seinen unterstützenden Tätigkeiten in der Lehrveranstaltung auch Teilnehmendenzahlen, Wortmeldungen, auftretende Probleme bei der Durchführung im hybriden Format, sowie subjektive Verbesserungsmöglichkeiten protokolliert hat. Darüber hinaus wurde eine Befragung der Studierenden in Form eines Feedbackbogens innerhalb einer Lehrveranstaltung in der Mitte des Semesters (LV vom 30.11.2022) durchgeführt. Von ca. 260 aktiv teilnehmenden Studierenden an der Lehrveranstaltung haben 234 an der Befragung teilgenommen. Eine vollständige Bearbeitung aller 12 Fragen aus dem Feedbackbogen erfolgte durch 194 Studierende (grüner Kasten rechts in Abb. 1). Insgesamt ist die damit erzielte Rücklaufquote von vollständig ausgefüllten Feedbackbögen mit ca. 75% für die Autoren sehr zufriedenstellend. Die Perspektive des Dozenten wurde mittels kontinuierlicher Gespräche durch den E-Scout oder die Referentin für digitale Lehre im Bereich MN über das Semester hinweg eingeholt (grün in Abb. 1). Diese Erhebungen (Protokolle des E-Scouts, Angaben der Studierenden im Feedbackbogen, Gespräche mit Dozenten) bilden die Datengrundlage der hier präsentierten Ergebnisse.

2. Problemstellung

Obwohl die Kombination aus hybriden und asynchronen Lehrformaten den Studierenden ermöglicht, unabhängig von Zeit und Ort zu lernen [1], führte die Rückkehr zur uneingeschränkten Präsenzlehre ab dem WiSe

2022/23 an der gesamten TU Dresden, insbesondere auch am Bereich MN, dazu, dass weniger Vorlesungen in hybriden Formaten angeboten oder Vorlesungsaufzeichnungen zur Verfügung gestellt wurden. Dies geht aus einem Vergleich der Daten des Lehrveranstaltungsangebotes der TU Dresden aus dem Wintersemester 2021/22 mit dem Wintersemester 2022/23 und dem aktuellen Planungstand 2023/24 hervor.² Neben diversen technischen und didaktischen Herausforderungen äußerten die Lehrenden des Bereich MN der TU

Dresden die Bedenken, dass bei einer hybriden Vorlesungsveranstaltung die Anzahl der Präsenzteilnehmenden im Laufe des Semesters stark absinken würde (vgl. [6] und [7]). In den zugrunde liegenden Befragungen und Gesprächen wurden bisher nur subjektive Wahrnehmungen und Schätzungen der Lehrenden in Bezug auf die Teilnahme an hybriden Lehrveranstaltungen erfasst. Entsprechend werden im Folgenden die im Zuge des Pilotprojekts dokumentierten Teilnehmendenzahlen vor Ort und online ausgewertet und erste Einflussfaktoren auf die Art der Teilnahme an hybriden Lehrveranstaltungen herausgestellt.

Aus der Analyse der Teilnehmendenzahlen und den in Abschnitt 1 beschriebenen Erhebungen können Argumente abgeleitet werden, welche die These untermauert, dass die Durchführung hybrider und asynchroner Lehrveranstaltungen unter bestimmten Rahmenbedingungen sinnvoll ist und die Lehrenden weiterhin motiviert werden sollten diese Lehrformate anzubieten.

3. Art der Teilnahme an hybriden Lehrveranstaltungen

Im folgenden Abschnitt werden die Teilnehmendenzahlen einer hybriden Lehrveranstaltung über das Semester hinweg analysiert und auf Grundlage dessen erste Einflussfaktoren auf die Art der Teilnahme herausgearbeitet.

Gesamt-Teilnehmendenzahl im Verlauf des Semesters

Wie in Abschnitt 1 erwähnt, wurden vom E-Scout u.a. die Teilnehmendenzahlen vor Ort und online über das Semester hinweg protokolliert. Die dokumentierten Werte sind in Abb. 2 dargestellt. Es ist erkennbar, dass die Gesamt-Teilnehmendenzahl über das Semester um ca. 150 Studierende abnimmt. Dieser Rückgang sollte nicht unüberlegt mit dem hybriden, asynchronen Format der Lehrveranstaltung in Verbindung gebracht werden. Untersuchungen zeigen, dass der Umfang der Präsenzzeit von Studierenden in einer Lehrveranstaltung von zahlreichen Faktoren, wie Anwesenheitspflicht, Kursgröße oder Art und Umfang

² Letzter Systemzugriff am 14.07.2023

der Prüfungsleistungen abhängt ([8, p. 38]). Mit ca. 260 teilnehmenden Studierenden ist die zugrunde liegende Lehrveranstaltung vergleichsweise groß. Empirische Befunde stützen die These, dass „die Anonymität in großen Vorlesungen Studierende zum Fernbleiben animiert“ [8, p. 39]. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass bei der Betrachtung einer Erstsemesterveranstaltung in der Informatik Einflussfaktoren, wie Studiengangwechsel und Abbruchquoten, durchaus eine negative Auswirkung auf die Gesamt-Teilnehmendenzahl im Laufe des Semesters haben können (vgl. Studienabbruchquoten in [9], vgl. Studiengangwechsel in [10]).

Entwicklung nach Art der Teilnahme im Verlauf des Semesters

Die in Abb. 2 dargestellte Entwicklung der Anzahl der Teilnehmenden nach Art der Teilnahme über das Semester hinweg zeigt, dass bis auf zwei Ausnahmen mehr Studierende in Präsenz an den Lehrveranstaltungsterminen teilgenommen haben als online. Im Verlauf des Semesters gehen die Anzahlen der vor Ort und online Teilnehmenden aufeinander zu, wobei die Anzahl der online zugeschalteten Studierenden konstant um 50 Teilnahmen

schwankt. Die Präsenz- und Gesamt-Teilnehmendenzahlen entwickeln sich über das Semester hinweg tendenziell ähnlich.

Ein regelrechter Einbruch der Teilnehmendenzahl ist im Dezember zu verzeichnen. Dabei handelt es sich um die Veranstaltung vor der Zwischenklausur. Die Woche vor der Zwischenklausur (entspricht der 2. und 3. Lehrveranstaltung im Dezember) hat zwei Besonderheiten: Zum einen haben wir dort die erste Lehrveranstaltung, an der mehr Studierende online teilgenommen haben, als vor Ort im Hörsaal; und es fand der Lehrveranstaltungstermin mit der niedrigsten Gesamt-Teilnehmendenzahl statt (direkt vor der Zwischenklausur). Eventuell ist es Zufall, jedoch bemerkenswert, dass sich dieses Phänomen in den letzten beiden Vorlesungen vor dem Prüfungszeitraum wiederholt. Es stellt sich die Frage, ob Studierende in der Prüfungsvorbereitung den Fokus auf Selbststudium und Wiederholung legen, anstatt die Möglichkeit der Lehrveranstaltung zu nutzen, um eventuell bestehende Fragen oder Verständnislücken im aktiven Austausch mit dem Dozierenden zu klären. Dies gilt es jedoch nicht im Rahmen dieser Abhandlung zu beantworten.

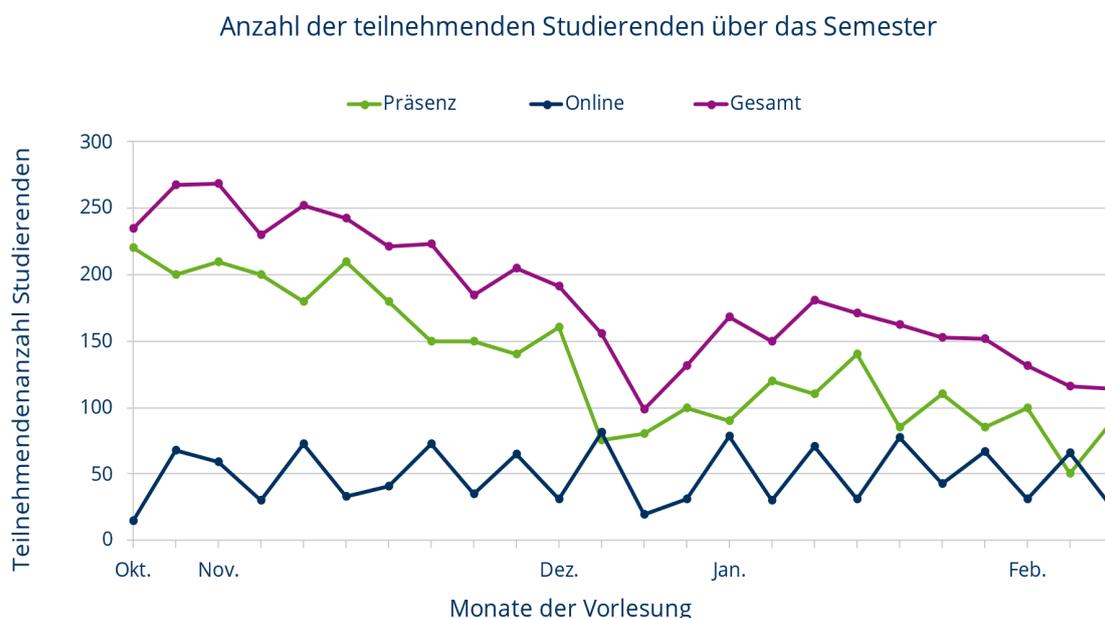


Abb. 1: Protokollierte Teilnehmendenzahlen der Vorlesung Diskrete Strukturen im WiSe 2022/23

Analyse der Teilnehmendenzahlen nach Tagen

Bei genauerer Betrachtung der Online-Teilnehmendenzahl in Abb. 2 fällt auf, dass diese über das Semester hinweg mit relativ konstanter Rate zwischen zwei Werten oszilliert. So folgen auf Vorlesungen mit weniger als 50 online Teilnehmenden häufig Vorlesungen mit einer online Teilnehmendenzahl zwischen 50 und 100 Personen. Zur genaueren Betrachtung dieses Phänomens werden in Tab. 1 die Mittelwerte und Mediane der Teilnehmendenzahlen nach Tag und Art der Teilnahme aufgeführt, um so auch als Leser:in den Mittelwert in Bezug auf Ausreißer besser interpretieren zu können. Die Werte aus Tab. 1 zeigen, dass abhängig vom Tag nicht nur die durchschnittliche Gesamt-Teilnehmendenzahl variiert (am Freitag durchschnittlich 20 Studierende weniger als Mittwoch). Auch die Quote der vor Ort teilnehmenden Studierenden verändert sich in Abhängigkeit vom Tag der Lehrveranstaltung. So sind am Mittwoch durchschnittlich 64% und am Freitag 83% der teilnehmenden Studierenden vor Ort anwesend. Median und Mittelwert der Online-Teilnehmenden am Mittwoch und Freitag sind (nahezu) identisch. Daraus lässt sich schließen, dass die Anzahl der online teilnehmenden Studierenden über das Semester an den beiden Wochentagen symmetrisch verteilt ist, während die Verteilung der Präsenzteilnahme am Mittwoch eine rechtsschiefe verzeichnet.

Identifizierung erster Einflussfaktoren auf die Art der Teilnahme

In der Bedarfsanalyse zur digitalen Lehre des Bereichs MN [7] gaben einige der darin befragten Studierenden im Freitextfeld an, dass die Präsenzteilnahme an hybriden Formaten u.a. vom Stundenplan des Semesters abhängig ist. So spielen zum Beispiel die Tatsachen eine Rolle, dass sich Lehrveranstaltungen überschneiden können, ein Ortswechsel in den Pausen nicht realisierbar ist, und andere Lehrveranstaltungen an diesem Tag ausschließlich online oder als Präsenzveranstaltung angeboten werden. Basierend auf den Ergebnissen der Bedarfsanalyse wurden die Studierenden im Feedbackbogen zur Lehrveranstaltung Diskrete Strukturen (vgl. grüner Kasten rechts in Abb. 1) gefragt: „Müssen Sie, aufgrund von einer

Tab. 1: Auswertung Teilnehmendenzahlen

	Unabhängig vom Tag		
	Präsenz	Online	Gesamt
Mittelwert	135	49	184
Prozentualer Anteil Mittelwert	73%	27%	100%
Median	130	43	176
Mittwoch			
	Präsenz	Online	Gesamt
Mittelwert	125	71	196
Prozentualer Anteil Mittelwert	64%	36%	100%
Median	110	71	181
Freitag			
	Präsenz	Online	Gesamt
Mittelwert	143	30	173
Prozentualer Anteil Mittelwert	83%	17%	100%
Median	140	31	171

Veranstaltung davor/danach, die Vorlesung am Mittwoch/Freitag online/live besuchen?“

Bei dieser Frage konnte abhängig vom Tag angegeben werden, ob die Vorlesung in Präsenz bzw. online verfolgt werden muss oder ob die Studierenden frei entscheiden können, wie an der Vorlesung teilgenommen wird. Die Antworten der befragten Studierenden sind in Abb. 3 dargestellt. Zusätzlich stand zu dieser Frage im Feedbackbogen ein Freitextfeld zur Verfügung, in dem die gegebenen Antworten kommentiert oder begründet werden konnten.

Bei Betrachtung der dargestellten Angaben aus Abb. 3 fällt auf, dass der Anteil der Studierenden, welche aufgrund einer Veranstaltung davor/danach vor Ort an der Vorlesung teilnehmen muss, an beiden Tagen größer ist, als der Anteil der Studierenden, welche infolgedessen online teilnehmen müssen. Am Mittwoch ist der Anteil der Studierenden, die sich frei entscheiden können, an welchem Format sie teilnehmen deutlich höher, als der Anteil an Studierenden, die wegen anderer (privater oder universitärer) Veranstaltungen ein Vorlesungsformat wählen müssen, um überhaupt an der Lehrveranstaltung teilnehmen zu können. Am Freitag ist dieses Verhältnis relativ ausgeglichen. Weiterhin kann dem Datensatz entnommen werden, dass 48% der Studieren-

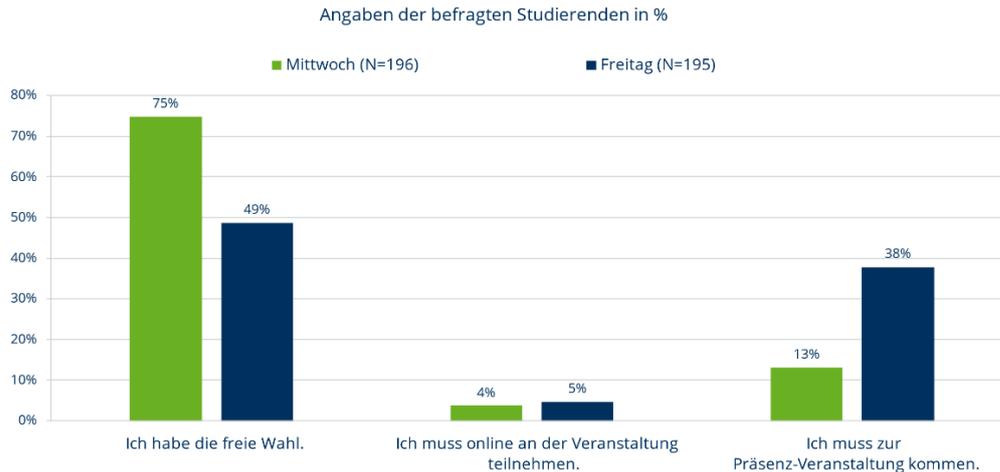


Abb. 3: Antworten der Studierenden im Feedbackbogen auf die Frage "Müssen Sie aufgrund einer Veranstaltung davor/danach die Vorlesung online/live besuchen?"

den sowohl Mittwoch als auch Freitag frei wählen können, ob sie online oder in Präsenz an der Veranstaltung teilnehmen. Lediglich zwei Personen (ca. 1%) gaben an, beide Tage online an der Vorlesung teilnehmen zu müssen. Laut Angaben ist eine Teilnahme vor Ort für 24 (ca. 11%) der Studierenden an beiden Tagen erforderlich. Ergänzend wurden hierzu drei Kommentare im Freitextfeld abgegeben, welche hier inhaltlich wiedergegeben werden³:

- Ich nehme mittwochs nur online teil, weil ich einem Nebenjob nachgehe.
- Am Mittwoch müsste ich extra für die Vorlesung zur Universität fahren, weshalb ich die Onlinealternative nutze. Das ist perfekt für mich.
- Obwohl ich die Wahl habe, wie ich an der Veranstaltung teilnehme, würde ich immer die vor Ort Veranstaltung bevorzugen. Ich bin dann einfach aufmerksamer und bleibe am Ball. Die zur Verfügung stehenden Videos helfen, bestimmte Sachen im Nachhinein nochmal anzuschauen.

Die Kommentare zeigen erste Einflussfaktoren, wie Stundenplan und die Ausübung eines Nebenjobs, auf die Art der Teilnahme an hybriden Lehrveranstaltungen. Leider eignen sich die Rückläufe des Feedbackbogens nicht, um ein breiteres Spektrum an Einflussfaktoren aufzuzeigen. In zukünftigen Erhebungen

würde sich statt einem freien Kommentarfeld eine Auswahl von vorgegebenen Einflussfaktoren anbieten.

Die Angaben im Feedbackbogen stehen im Einklang mit den vom E-Scout erhobenen Zahlen aus den Veranstaltungen. Da laut Feedbackbogen 75% der befragten Studierenden am Mittwoch die freie Wahl zwischen online und Präsenz-Teilnahme haben, könnte mit den Erhebungen des E-Scouts geschlossen werden, dass ungefähr die Hälfte der Studierenden die Präsenzveranstaltung der Onlineveranstaltung vorziehen. Im Umkehrschluss wird aber auch deutlich, dass ein nicht unerheblicher Teil der Studierenden das Onlineangebot braucht oder bevorzugt.

Aus den Kommentaren lässt sich ein weiterer Einflussfaktor auf die Art der Teilnahme an hybriden Lehrangeboten vermuten - die persönliche (Lern-)Präferenz.

Schlussfolgerungen

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse, dass ein hybrides und asynchrones Lehrformat nicht automatisch zu einem leeren Hörsaal führt. Im Durchschnitt nahmen ca. 70% der Studierenden vor Ort an der Lehrveranstaltung teil. Dabei wird die Art der Teilnahme von äußeren Faktoren, wie Stundenplan und

³ Eine qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring empfiehlt sich erst ab 10 Angaben. Entsprechend wurden an dieser Stelle alle Kommentare zwar umformuliert, jedoch inhaltlich nicht verändert.

Nebenjob, beeinflusst. Da in diesem Modul keine Anwesenheitspflicht für Studierende herrscht, wäre laut Studien auch in reinen Präsenzveranstaltungen ein Rückgang der Teilnehmerszahlen im Laufe des Semesters zu erwarten (vgl. [11], [8], [12]). Im Zusammenhang mit der ZeitLast-Studie und dem gleichnamigen Projekt, welches sich mit der „Studierbarkeit in Bachelor- und Masterstudiengängen insbesondere unter den Gesichtspunkten der Organisation von Zeit, Lernkultur und Nutzung moderner Technologien“ [12, p. 4] auseinandersetzt, konnten bereits diverse Einflussfaktoren (u.a. Ausüben einer Nebentätigkeit) auf die Teilnahme an Präsenzveranstaltungen herauskristallisiert werden (vgl. [11], [8]). Hierbei stellt sich die Frage, ob und in welcher Form sich diese Einflussfaktoren auf hybride Formate übertragen lassen. Wenn das Ausüben eines Nebenjobs beispielsweise in reinen Präsenzformaten dazu führt, dass die Studierenden gänzlich von der Lehrveranstaltung fernbleiben, während sie in hybriden Formaten die Chance haben online an dieser Veranstaltung teilzunehmen, könnte sich, entgegen der in Abschnitt 2 beschriebenen Bedenken der Lehrenden, ein hybrides Lehrformat positiv auf die Gesamt-Teilnehmerszahl auswirken. Die

Beobachtungen werfen die Frage auf, ob in einer hybriden Lehrveranstaltung im Vergleich zum reinen Präsenzangebot die Präsenzteilnehmenden auf das online Format wechseln oder durch das Onlineangebot eine zusätzliche Gruppe an Studierenden erreicht wird. Mit anderen Worten stellt sich die Frage, ob die Gesamt-Teilnehmerszahl in hybriden Veranstaltungen aufgrund des Onlineangebots höher ist. Hierfür benötigt es jedoch umfassende Studien.

4. Einflussfaktor Vorlesungsaufzeichnungen

Wie in Abschnitt 1 erwähnt, wurden die Vorlesungen aufgezeichnet und online zur Verfügung gestellt. Im folgenden Abschnitt werden die Aufrufe der Vorlesungsaufzeichnungen betrachtet und die Frage beantwortet, ob diese mit Teilnehmerszahlen korrelieren. Damit soll der These nachgegangen werden, dass Vorlesungsaufzeichnungen von Veranstaltungen mit geringerer Teilnehmerszahl mehr Aufrufe zur Nachbereitung und Prüfungsvorbereitung verzeichnen als Vorlesungsaufzeichnungen von Veranstaltungen mit höherer Teilnehmerszahl. Die Autoren erwarten daher

Tab. 2: Statistische Auswertung der Zugriffe auf die Vorlesungsaufzeichnungen

	vor Prüfungszeitraum (bis 03.02.2023)	im Prüfungszeitraum (03.02.2023-03.03.2023)	Gesamt (bis 03.03.2023)
Anzahl der Aufrufe insgesamt	290	542	832
Mittelwert (Aufrufe pro Vorlesung)	11	20	31
Prozentualer Anteil vom Mittelwert	35%	65%	100%
Median (Aufrufe pro Vorlesung)	8	17	23
Varianz	64,51	104,61	275,31
Standardabweichung	8,03	10,23	16,59
Min. Anzahl an Zugriffen (einer Vorlesungsaufzeichnung)	0	8	12
Max. Anzahl an Zugriffen (einer Vorlesungsaufzeichnung)	31	44	69

einen negativen linearen Zusammenhang zwischen den Variablen.

In Tab. 2 ist eine statistische Auswertung der Zugriffe auf die Vorlesungsaufzeichnungen abgebildet. U.a. werden die durchschnittlichen Aufrufe der Vorlesungsaufzeichnungen dargestellt. Die Werte aus Tab. 2 zeigen, dass fast zwei Drittel der Aufrufe nach dem Vorlesungszeitraum zu verzeichnen sind. Dies deckt sich mit den Aussagen der Studierenden in der Bedarfsanalyse und den dazugehörigen Fokusgruppengesprächen, in denen angegeben wurde, dass die Vorlesungsaufzeichnungen vor allem zur Prüfungsvorbereitung genutzt werden [7]. Es ist ebenfalls erkennbar, dass die Vorlesungsaufzeichnungen vergleichsweise selten von den Studierenden genutzt wurden (ca. 260 Teilnehmende und durchschnittlich 31 Aufrufe pro Vorlesung). Da die Videos auf Videocampus Sachsen zur Verfügung gestellt werden können leider keine Aussagen darüber getroffen werden, wie lange die Studierenden die einzelnen Vorlesungsaufzeichnungen angesehen haben (z.B. durchgängig oder zu bestimmten Zeitpunkten). Für solche Auswertungen eignen sich andere Videoplattformen, wie beispielsweise YouTube. Mit diesen Daten könnte untersucht werden, ob sich das Konsumverhalten der Studierenden vor und während der Prüfungszeit verändert, beispielsweise ob während der Vorlesungszeit die Videos vorzugsweise durchgängig geschaut werden und im Prüfungszeitraum aktiv zu bestimmten Erklärungen/Themen gesprungen wird. Dies steht aber nicht im Fokus der vorliegenden Ausarbeitung.

Um zu prüfen, ob ein Zusammenhang zwischen der Anzahl der Teilnehmenden und der Anzahl der Zugriffe auf die Vorlesungsaufzeichnungen besteht, wurde der Korrelationskoeffizient nach Pearson ermittelt. Dieser deutet mit $r=0,227$ auf einen positiven, schwachen linearen Zusammenhang hin, welcher mit einem p-Wert von 0,308 keine statistische Signifikanz aufweist.

Die hohe Varianz und Standardabweichung der Zugriffe aus Tab. 2 lassen auf eine breite Streuung bei den Zugriffen schließen, das heißt es gibt Vorlesungsaufzeichnungen, welche sehr häufig angeklickt und andere welche selten angeklickt wurden (vgl. Min. und Max

aus Tab. 2). Bei genauerer Betrachtung der Vorlesung mit den meisten Zugriffen vor der Prüfungszeit (Vorlesung vom 04.11.2022; 31 Zugriffe bis 03.02.2023) bestätigt sich der schwache positive Korrelationseffekt, da an dieser Veranstaltung 230 Studierende teilnahmen, davon 200 vor Ort und 30 online. Auch im Prüfungszeitraum wurde auf diese Vorlesung vergleichsweise häufig, (35-mal) zugegriffen. Diese erhobenen Zahlen deuten darauf hin, dass Studierende Vorlesungsaufzeichnungen vor allem zur themenspezifischen Nachbereitung/Prüfungsvorbereitung des vermittelten Stoffes benutzen.

Entgegen der Erwartung und der anfänglich formulierten These korrelieren die Aufrufe der Vorlesungsaufzeichnungen und die Teilnehmendenzahlen schwach positiv. Zudem passen die Zahlen der Aufrufe zu den Aussagen der Studierenden in Bedarfsanalyse und Fokusgruppengesprächen (vgl. [7]), welche besagen, dass

- Vorlesungsaufzeichnungen vor allem zur Prüfungsvorbereitung genutzt werden
- Vorlesungsaufzeichnungen dabei unterstützen sich „schwer verständliche Themen“ nochmal erklären zu lassen.

5. Auswirkung auf die Prüfungsleistung

Im folgenden Abschnitt soll kurz auf die Prüfungsleistungen im WiSe 2022/23 eingegangen und die Beobachtung zur Diskussion gestellt werden.

Dafür wird darauf hingewiesen, dass diese Lehrveranstaltung das erste Mal in einem hybriden und asynchronen Lehrformat angeboten wurde. Vor der Corona-Pandemie war die Lehrveranstaltung „Diskrete Strukturen“ auf ein reines Präsenzformat ausgelegt und wurde aufgrund der Umstände in der Pandemie auf ein reines Onlineformat umgestellt.

In Tab. 3 sind die Durchfallquoten der Abschlussklausuren der Erstsemesterveranstaltung „Diskrete Strukturen“ im Bachelor Informatik ab dem WiSe 2016/17 aufgelistet. Die darin enthaltenen Zahlen stammen vom zuständigen Prüfungsamt. Dabei werden die Ergebnisse der Klausuren in den Corona-Semestern nicht berücksichtigt, da diese online und damit in einem nicht vergleichbaren Rahmen stattgefunden haben.

Es fällt auf, dass die durchschnittlich erreichte Punktzahl in der Klausur vom WiSe 2022/23 über denen der vorangegangenen Jahre liegt. Auch die Durchfallquote ist im Semester, welches hybrid und asynchron angeboten wurde, im Vergleich zu den reinen Präsenz-Semestern zurückgegangen.

Natürlich kann diese einmalige Beobachtung rein zufällig und unabhängig vom angebotenen Lehrformat sein. Die Ergebnisse haben den Dozenten der Lehrveranstaltung jedoch positiv überrascht und darin bestärkt die Vorlesung auch im kommenden WiSe 2023/24 im hybriden und asynchronen Format anzubieten.

Es gilt die Entwicklungen der Durchfallquoten der Lehrveranstaltung Diskrete Strukturen weiter zu beobachten und zu diskutieren, ob ein hybrides und asynchrones Lehrangebot in dieser Lehrveranstaltung (mit vergleichsweise großen Teilnehmendenzahlen und einer heterogenen Studierendenschaft) dabei unterstützt die Durchfallquoten, bei gleichbleibenden Anspruchsniveau der Prüfungen, zu senken.

6. Zusammenfassung

Die protokollierten Teilnahmezahlen zeigen, dass mehr Studierende vor Ort an der Lehrveranstaltung teilgenommen haben, als online. Die Art der Teilnahme wird durch diverse Faktoren, wie Stundenplan, Nebenjob oder persönliche Lernpräferenzen, beeinflusst. Ein Teil der Studierenden gab im Feedbackbogen an online an der Lehrveranstaltung teilnehmen zu müssen. Es steht die Vermutung im Raum, dass hybride Lehrformaten im Mittel zu höheren Gesamt-Teilnehmendenzahlen beitragen können, als reine Präsenzveranstaltungen.

Tab. 3: Prüfungsstatistik der Endklausur in der Lehrveranstaltung Diskrete Strukturen

WiSe Jahr	Durchschnittspunkte	Durchfallquote
2016/17	49	44,73%
2017/18	51	40,35%
2018/19	42	56,98%
2019/20	40	47,47%
2022/23	53	39%

Dies müsste zukünftig genauer untersucht werden.

Die Analyse zeigt entsprechend, dass das zusätzliche online Angebot der hybriden Lehrveranstaltung von einem nicht unerheblichen Teil der Studierenden gebraucht oder bevorzugt wird.

Weiterhin weisen die Anzahl der Aufrufe der Vorlesungsaufzeichnungen und die Anzahl der Teilnehmenden einer Vorlesung wider Erwarten auf einen schwach positiv linearen Zusammenhang hin. Aus dem Klickverhalten und Befragungen der Studierenden kann die Verwendung von Vorlesungsaufzeichnungen vorrangig zur Vorlesungsnachbereitung und Prüfungsvorbereitung vermutet werden.

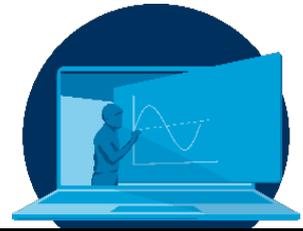
Im Zusammenhang mit den im WiSe 2022/23 erreichten Prüfungsergebnissen wird die Umstellung der Lehrveranstaltung auf ein hybrides und asynchrones Format vom Dozenten (und wie aus dem Feedbackbogen hervorgeht auch von den Studierenden) positiv bewertet und bestärkt den Dozenten auch im kommenden WiSe darin die Lehrveranstaltung hybrid und asynchron anzubieten.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass durch die hier aufgeführte Analyse Argumente aufgezeigt wurden, welche die These bekräftigen, dass die Durchführung hybrider und asynchroner Lehrveranstaltungen unter bestimmten Rahmenbedingungen sinnvoll ist und die Lehrenden weiterhin motiviert werden sollten diese Lehrformate anzubieten.

7. Literatur

- [1] German Science And Humanities Council, "Empfehlungen zur Digitalisierung in Lehre und Studium," 2022.
- [2] G. Reinmann, „Hybride Lehre – Ein Begriff und seine Zukunft für Forschung und Praxis,“ IMPACT FREE 35, 2021.
- [3] S. Herrmann und R. Freudenreich, „Herausforderung "Tafel" – Hybride Lehre im Modul Technische Thermodynamik an der Hochschule Zittau/Görlitz,“ Perspektiven auf Lehre. Journal for Higher Education and Academic Development, March 2023.
- [4] M. Magdowski, „Warum Hybridlehre bisher nicht (so richtig gut) funktioniert und was wir (noch) ändern müssen,“ Perspektiven auf Lehre. Journal for Higher Education and Academic Development, March 2023.
- [5] C. Böhm, „Digitale Lehre Hand in Hand,“ [Online]. Available: <https://tu-dresden.de/zill/studienerefolg/digitale-lehre-hand-in-hand>. [Zugriff am 25. 04. 2023].

- [6] C. Albrecht, A. Jantos und C. Böhm, „Hybride Lehrveranstaltungen – Spannungsfeld zwischen technischer Praktikabilität und didaktischem Anspruch,“ Perspektiven auf Lehre. Journal for Higher Education and Academic Development, March 2023.
- [7] L. Degenhardt und C. Albrecht, „Bedarfsanalyse zur digital gestützten Lehre im Bereich MN der TU Dresden,“ [Unveröffentlichtes Manuskript], 2022.
- [8] D. Großmann, C. Engel, J. Junkermann und T. Wolbring, Studentischer Workload: Definition, Messung und Einflüsse, Springer Fachmedien Wiesbaden, 2020.
- [9] U. Heublein, C. Hutzsch und R. Schmelzer, „DZHW-Brief 05 | 2022 - Die Entwicklung der Studienabbruchquoten in Deutschland,“ 2022.
- [10] Bundesamt für Statistik, „Studienverlaufsstatistik 2021,“ 2022.
- [11] R. Schulmeister und C. Metzger, Die Workload im Bachelor: Zeitbudget und Studierverhalten.: Eine empirische Studie, Waxmann Verlag GmbH, 2011.
- [12] L. Groß, M.-A. Boger, S. Harmann und M. Wedjelek, „Forschungsbericht ZEITLast – Standort Mainz,“ 2012.



Konzeptioneller Ansatz zur problemorientierten Lehre in den Fachwissenschaften

F. Düwel¹, M. Niethammer¹

¹ Professur für Bautechnik, Holztechnik, Farbtechnik und Raumgestaltung/Berufliche Didaktik sowie BFR Labor- und Prozesstechnik/Didaktik der Chemie, Institut für Berufspädagogik und Berufliche Didaktiken, Fakultät Erziehungswissenschaften, TU Dresden

Abstract

Zur Erhöhung der Kohärenz zwischen den Fachwissenschaften und den einschlägigen Berufsdidaktiken wird im vorliegenden Beitrag der erste Zyklus eines Design-based Research-Ansatzes vorgestellt, bei dem eine Vorlesungsreihe zur Bauphysik konzeptionell so umgestellt wurde, dass Studierenden die Relevanz der Vorlesungsinhalte deutlicher wird. Ein wesentlicher Aspekt ist dabei die Problemorientierung, bei der Studierenden die Phasen des Problemlöseprozesses transparent und die dabei zu durchdenkenden Inhalte eingeordnet und expliziert werden. Die Analysen der Vorlesungsmaterialien zeigen, dass das kognitive Aktivierungspotenzial durch den Problembezug deutlich erhöht wurde. Problematisch ist allerdings die erhöhte Anzahl der Folien. Daher ist zu entscheiden, welche Vorlesungsinhalte verzichtbar bzw. in anderer Form Studierenden zugänglich gemacht werden können.

In order to increase the coherence between the specialist sciences and the relevant vocational didactics, this article presents the first cycle of a design-based research approach in which a lecture series on building physics was conceptually reorganized in such a way that the relevance of the lecture content becomes clearer to students. A key aspect of this is problem orientation, in which the phases of the problem-solving process are made transparent to students and the content to be considered is categorized and made explicit. The analyses of the lecture materials show that the cognitive activation potential was significantly increased by the problem orientation. However, the increased number of slides is problematic. It is therefore necessary to decide which lecture content can be dispensed with or made accessible to students in another form.

*Corresponding author: frauke.düwel@tu-dresden.de or manuela.niethammer@tu-dresden.de

1. Problemhintergrund

In vielen Studiengängen der Ingenieurwissenschaften und des berufs- und allgemeinbildenden Lehramts stehen die Studierenden vor der Herausforderung sich mit abstrakt-technischen und naturwissenschaftlichen Zusammenhängen auseinandersetzen zu müssen. Erschwerend für die Auseinandersetzung ist, dass diese Inhalte im Grundstudium oft ohne Bezug zur späteren Berufstätigkeit vermittelt werden [1]. Für Lehramtsstudierende kommt hinzu, dass die Kohärenz zwischen den ingenieurs- und naturwissenschaftlichen Bezugswissenschaften sowie den Bildungswissenschaften gering bis gar nicht gegeben ist. Dies hemmt den Aufbau und die Nutzung von Fachwissen. Der fehlende Bezug zur späteren beruflichen Tätigkeit wird als eine Ursache für Studienabbrüche in den ersten Semestern angesehen [2].

Im Rahmen der Qualitätsoffensive Lehrerbildung (QLB), Teilprojekt 3 des Projektes TUD-SYLBEB BBS werden deshalb Ansätze zur Analyse und der Verbesserung der inhaltlichen Kohärenz zwischen Fachwissenschaften und Fachdidaktiken entwickelt. Diesen Ansätzen liegt die Annahme zugrunde, dass durch eine problemorientierte Lehre die Bezüge zwischen den Inhalten sowohl innerhalb einer Lehrveranstaltung als auch disziplin- und lehrveranstaltungsübergreifend deutlich werden [3]. Forschungsmethodisch wird dem Design-based Research-Ansatz (s. Abb. 1) gefolgt.

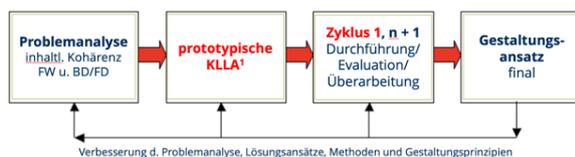


Abb. 1: Design-Based Research-Ansatz zur Entwicklung und Evaluierung komplexer Lehr-Lern-Arrangements (KLLA); eigene Darstellung nach Reeves (2006) [4]

Dazu wurden Lehrveranstaltungen der Bauphysik und Physikalischen Chemie hospitiert und nach der gewählten Strukturierung der Inhalte analysiert. Ergebnisse der Ist-Standsanalyse ergaben, dass die Vorlesung und die dazugehörigen Skripte einer eher fachsystemati-

schen Sortierung der Inhalte folgen, deren Bedeutsamkeit für die Arbeits- und Lebenswelt oft nachgeordnet werden [5]. Kognitiv aktivierender sind dagegen Lehransätze, die zur Motivation- und Zielorientierung die Problemstellung an den Anfang stellen und daraus Lernschritte folgerichtig ableiten [6]. Je weniger problemorientiert Inhalte in den fachwissenschaftlichen Lehrveranstaltungen sortiert sind, desto herausfordernder ist es für Studierende, ein Tiefenverständnis der in der Lehre thematisierten Sachverhalte zu erlangen. Ein stärkerer Praxisbezug mag zudem die Lernmotivation der Studierenden erhöhen.

Die Frage ist, wie weit es für die Fachwissenschaften möglich ist, ihre Inhalte für einen stärker problemorientierten Lehriansatz umzustrukturieren.

2. Erster Zyklus zur problemorientierten Lehre zur Bauphysik

Ziel ist es, die Lehrveranstaltungen in den Fachwissenschaften stärker problemorientiert zu gestalten. Dazu wurden in der Bauphysik die Vorlesungen zwei aufeinanderfolgender Wintersemester (2021/22 und 2022/23) hospitiert und regelmäßig mit der Dozentin ausgewertet. Zusätzlich fanden Arbeitstreffen statt, an denen berufs- bzw. fachdidaktische Ansätze zur stärkeren Problemorientierung vorgestellt wurden. Auf dieser Grundlage wurde in der Bauphysik die Vorlesungsinhalte zum WiSe 2022/23 umstrukturiert. Hierzu wurde ein Sanierungsprojekt einer Villa in den Mittelpunkt gestellt, das geeignet war, um die Vorlesungsinhalte entlang der Sanierungsanforderungen der Villa zu sortieren.

Abb. 2 zeigt die Anzahl Folien, die zu den jeweiligen Themen in der Bauphysik auf die Villa Bezug nehmen. Eine zentrale Problemstellung bei der Villensanierung ist die Schimmelbildung an den Wänden, die zu beheben ist. Dazu müssen die Ursachen gefunden werden, um entsprechende Maßnahmen zur Schadensbeseitigung abzuleiten. In Abb. 3 sind die zu erörternden Zusammenhänge verkürzt in Form einer Concept Map dargestellt.

Ein begünstigender Faktor der Schimmelbildung ist Feuchtigkeit an der Bauteiloberfläche. Die wiederum entsteht durch Tauwasser, das

sich durch Unterschreitung der Grenztemperatur an der Bauteiloberfläche bildet. Konstruktionsseitig kann die Unterschreitung der Grenztemperatur durch Maßnahmen der Wärmedämmung verhindert werden. Um geeignete Maßnahmen auszuwählen, müssen Bedingungen des Außen- und Raumklimas beachtet werden.

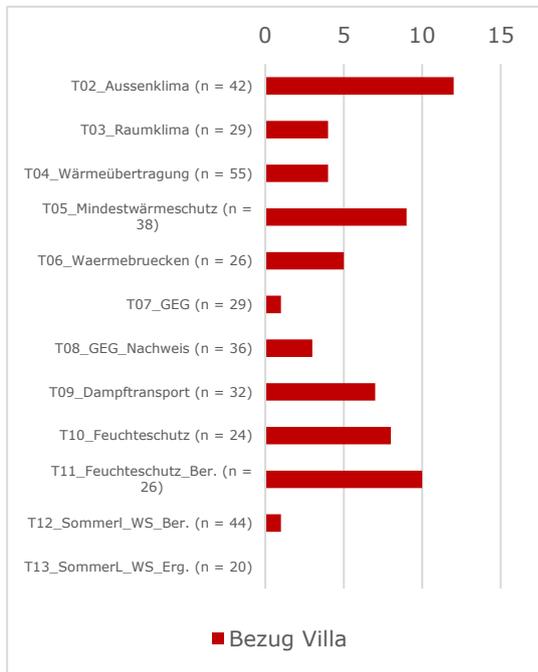


Abb. 2: Anzahl Vorlesungsfolien mit Problembezug Villa im WiSe 2022/23 [2]

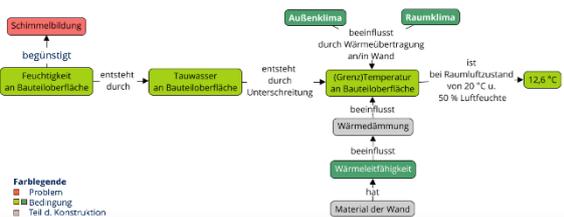


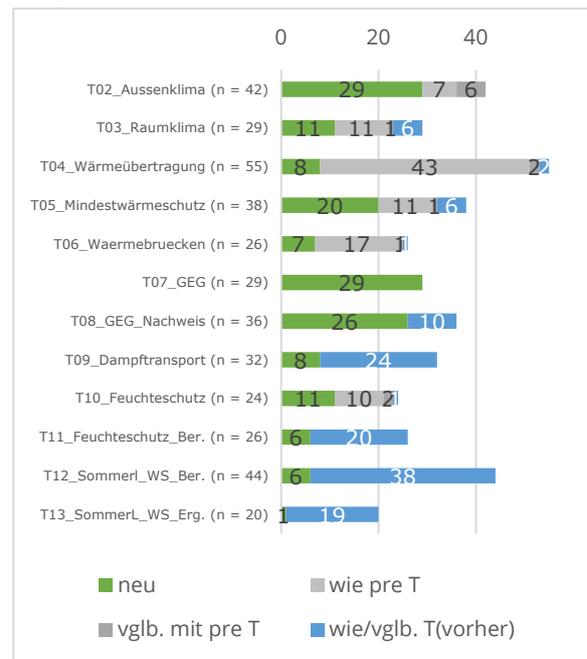
Abb. 3: Concept Map zu den sachlogischen Zusammenhängen der Schimmelbildung an Bauwerken [3]

3. Erste Ergebnisse der Evaluation

Insgesamt wurden im pre-post-Vergleich der genannten Wintersemester 718 Vorlesungsfolien analysiert ($n(\text{pre}) = 317$; $n(\text{post}) = 401$). Der Problembezug zur Villa führte zur Erstellung neuer Folien ($n = 162$), alle anderen Folien aus dem WiSe 2022/23 ($n = 239$) wurden aus dem vorherigen übernommen (wie pre T), z. T. adaptiert (vglb. m. pre T, s. Abb. 4). Auch wenn Folien aus dem WiSe 2021/22 nicht übernommen wurden, hat sich die Gesamtfolienszahl im

WiSe2022/23 deutlich erhöht ($n = 84$). Auffallend ist, dass mit fortschreitenden Themen ein Rückbezug auf Folien der vorhergehenden Themen genommen wird (wie/vglb. T(vorher); s. Abb. 4).

Bei den neu gestalteten Folien wurden insbesondere Aspekte zur Villa veranschaulicht. Bei den überarbeiteten Folien (vglb. mit pre T und T(vorher), s. Abb. 4) wurden Überschriften optimiert, Formeln durch entsprechende Abbildungen ergänzt. Vereinzelt wurden logische Brüche in der Abfolge der mit der Problemstellung verbundenen Teilziele identifiziert.



Legende: T = Thema

Abb. 4: Anzahl nicht bis geringfügig veränderte Folien zur Vorlesung Bauphysik im pre-post-Vergleich [3]

4. Fazit und Ausblick

Die in der Vorlesung zu erarbeitenden Inhalte wurden durch den Problembezug zur Villa gut kontextualisiert. Verbunden damit wurden Teilziele zur Problemlösung formuliert (meistens in Form von Fragen). Es wurde im WiSe 2022/23 deutlich mehr Bezug auf Inhalte vorheriger Vorlesungen genommen als im WiSe 2021/22, sodass die Vorlesungsthemen besser miteinander in Beziehung gesetzt wurden. Qualitative Zusammenhänge wurden durch Abbildungen besser veranschaulicht.

Aus diesen Befunden kann abgeleitet werden, dass das kognitive Aktivierungspotenzial der Vorlesungsthemen durch den Problembezug

deutlich erhöht wurde. Problematisch ist die erhöhte Anzahl der Folien, die in den jeweiligen Vorlesungen nicht vollständig abgedeckt werden konnten. Daher sollen für den zweiten Zyklus Überarbeitungsvorschläge ausgearbeitet werden, welche Vorlesungsinhalte verzichtbar bzw. in anderer Form Studierenden zugänglich gemacht werden können. Hierbei sollen die Inhalte der Vorlesung nach den gegebenen Teilzielen/Lernaufgaben, den (nicht) wiederkehrenden Aspekten und Routineaspekten analysiert werden, um abzuleiten, welche Änderungen an der Abfolge der Teilziele/Lernaufgaben erforderlich sind und welche Formen der Lernunterstützung zu den jeweiligen Teilzielen/Lernaufgaben geeignet und möglich sind. Grundlage dieser Überarbeitung ist das 4C/ID-Modell. Dieses Modell beschreibt ein Instruktionsdesign, das aus den vier Komponenten Lernaufgaben, unterstützenden Informationen, prozeduralen Informationen und Übungsaufgaben besteht [7].

- Lernaufgaben leiten sich aus den Teilzielen ab.
- Unterstützende Informationen beziehen sich auf die nicht-wiederkehrenden Aspekte einer Lernaufgabe, sodass diese erfolgreich bearbeitet werden kann, indem Lernenden erklärt wird, wie ein Lernbereich/Fachgebiet (*domain*) strukturiert ist und wie die Problemlösung eines Lernbereichs/ Fachgebiets angegangen werden kann. Auf diese Weise wird der Prozess der Schemabildung unterstützt, sodass Studierende die neuen Informationen/Lerninhalte tiefgründiger verarbeiten können.
- Prozedurale Informationen spezifizieren, wie Routineaspekte der Lernaufgabe umgesetzt sind, vorzugsweise in Form einer direkten, schrittweisen Anleitung.
- Übungsaufgaben dienen der Automatisierung wiederkehrender Aspekte einer Lernaufgabe.

Die Sortierung der Vorlesungsinhalte nach diesen vier Aspekten hat auch Implikationen auf die Art der Bereitstellung der Inhalte in digitalen Formaten, die besonders in und nach der Pandemie an Bedeutung gewonnen haben. Entscheidend ist, wie Teilziele/Lernaufgaben mit den (zur Bearbeitung) notwendigen Informationen verknüpft werden. Mit der aktuellen

Fassung der Vorlesungsfolien und dem dazugehörigen Skript ist bereits die erforderliche Materialbasis für eine Umstellung der Inhalte nach dem 4C/ID-Modell geschaffen worden.

Danksagung

Das diesem Abstract zugrundeliegende Vorhaben wird im Rahmen der gemeinsamen „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ von Bund und Ländern mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01JA2022 gefördert.

Literatur

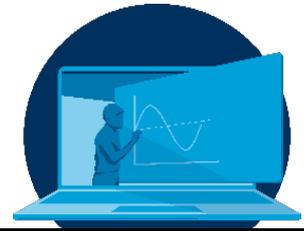
- [1] Leuders, Tim (2020): Kohärenz und Professionsorientierung in der universitären Lehrerbildung. Hochschuldidaktische Impulse durch das 4C/ID-Modell, in: Jessica Kreutz/Timo Leuders/Katharina Hellmann (Hrsg.), Professionsorientierung in der Lehrerbildung, Kompetenzorientiertes Lehren nach dem 4-Component-Instructional-Design-Modell, Wiesbaden: Springer VS, S. 7-24.
- [2] Rach, Stephanie (2019): Lehramtsstudierende im Fach Mathematik. Wie hilft uns die Analyse von Lernvoraussetzungen für eine kohärente Lehrerbildung, in: K. Hellmann et al. (Hrsg.), Kohärenz in der Lehrerbildung, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 69-84.
- [3] Düwel, Frauke/Niethammer, Manuela (im Druck): Entwicklung eines didaktisch induzierten Ansatzes zur Erfassung der inhaltlichen Kohärenz von Fachwissenschaft und Fachdidaktik, in: Antje Wehner/Nicole Masanek/Katharina Hellmann/Finja Grospietsch et al. (Hrsg.), Vernetzung von Wissen bei Lehramtsstudierenden. Eine Black-Box für die Professionalisierungsforschung, Klinkhardt.
- [4] Reeves, Thomas C. (2006): Design research from a technology perspective, in: Jan van den Akker/Koeno Gravemeijer/Susan McKenney/Nienke Nieveen (Hrsg.), Educational design research, Routledge, S. 64-78.
- [5] Kühne, Tino/Hillegeist, Annika/Ott, Marko/Fürstenau, Bärbel et al. (2022): Komplexe Lehr-Lern-Arrangements als gemeinsame Aufgabe von Fachwissenschaft und Fachdidaktik, in: Sebastian Anselmann/Uwe Faßbauer/Hannes Nepper/Lars Windelband (Hrsg.), Berufliche Arbeit und Berufsbildung zwischen Kontinuität und Innovation. Konferenzband zur 21. Tagung der Gewerblichen-Technischen Wissenschaften und ihren Didaktiken (GTW), Bielefeld: wbv, S. 91-104.
- [6] Baumert, Jürgen/Kunter, Mareike (2011): Das mathematikspezifische Wissen von Lehrkräften, kognitive Aktivierung im Unterricht und Lernfortschritte von Schülerinnen und Schülern, in: Mareike Kunter/Jürgen Baumert/Werner Blum/Uta Klusmann et al.

(Hrsg.), Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV, Münster [u.a.]: Waxmann, S. 163-192.

- [7] van Merriënboer, Jeroen J. G./Kester, Liesbeth (2014): The Four-Component Instructional Design Model: Multimedia Principles in Environments for Complex Learning, in: Richard E. Mayer (Hrsg.), The Cambridge Handbook of Multimedia Learning, S. 104-148.

Weitere Literatur

- [8] Düwel, Frauke (2018): Anwendung von Concept Maps als ergänzende Lernstrategie im fachbezogenen Englischunterricht, in: Bärbel Fürstenau (Hrsg.), Concept Mapping. Trainings- und Instruktionsbeispiele, Dresden: TU Dresden, S. 37-54.
- [9] Düwel, Frauke (2019): Analyse und Beurteilung von Lehrbuchtexten aus fachdidaktischer Sicht, in: Berufsbildung. Zeitschrift für Theorie-Praxis-Dialog, Jg. 73, Nr. 177, S. 23-26.
- [10] Düwel, Frauke (2020): Argumentationslinien in Lehr-Lernkontexten. Potenziale englischer Fachtexte zur Chromatografie und deren hochschuldidaktische Einbindung, Dissertation, Dresden: Technische Universität Dresden.
- [11] Düwel, Frauke/Eichhorn, Sigrun/Niethammer, Manuela (2019): Entwicklung berufsdidaktischer Kompetenzen. Konzeptioneller Ansatz zur Vernetzung von Disziplinwissen und berufsdidaktischem Wissen, bwp(at) Nr. 37, [online] http://www.bwpat.de/ausgabe37/duewel_et_al_bwpat37.pdf [18.12.2019].
- [12] Düwel, Frauke/Eichhorn, Sigrun/Niethammer, Manuela (in Druck): Fachdidaktische Einsatzfelder von Concept Maps im Bereich Chemie, in: Bärbel Fürstenau/Jeannine Ryssel (Hrsg.), Concept Mapping als Lern- und Lehrstrategie einsetzen. Theoretische Grundlagen und Anwendungsbeispiele, Leverkusen: Budrich.
- [13] Düwel, Frauke/Hillegeist, Annika/Niethammer, Manuela (2022): Qualität beruflicher Lernaufgaben. Implikationen für die fachliche und berufs-/fachdidaktische Professionalisierung von Lehrkräften, in: Sebastian Anselmann/Uwe Faßbauer/Hannes Nepper/Lars Windelband (Hrsg.), Berufliche Arbeit und Berufsbildung zwischen Kontinuität und Innovation. Konferenzband zur 21. Tagung der Gewerblichen-Technischen Wissenschaften und ihren Didaktiken (GTW), Bielefeld: wbv, S. 75-92.
- [14] Düwel, Frauke/Niethammer, Manuela (2023): Güte von Argumentationslinien in Unterrichtskonzepten im Fach Chemie, in: Helena Van Vorst (Hrsg.), Lernen, Lehren und Forschen in einer digital geprägten Welt, Aachen: S. 222-225.



Ergebnisse zum Anfassen: Das interdisziplinäre Entwurfsprojekt Luft- und Raumfahrttechnik

F. Biertümpfel, J. Frey*, S. Schubert, H. Pfifer

¹ *Flugmechanik und Flugregelung, Luft- und Raumfahrttechnik, Maschinenwesen, TU Dresden*

Abstract: Ergebnisse zum Anfassen: Das interdisziplinäre Entwurfsprojekt Luft- und Raumfahrttechnik

Im Rahmen des Interdisziplinären Entwurfsprojektes Luft- und Raumfahrttechnik entwerfen Studierende unbemannte Flugsysteme für Such- und Rettungsaufgaben. Dies umfasst den Vorentwurf (z.B. Aerodynamische Auslegung), Detailentwurf (z.B. Strukturauslegung) und, bisher, die Implementation in eine Simulationsumgebung. Im laufenden Semester soll der Entwurf vom Computer in die Luft gebracht werden. Hierfür stellt die Professur für Flugmechanik und Flugregelung die elektronischen und mechanischen Komponenten (Motoren, Flugrechner, etc.) zur Verfügung. Die Flugzeugstruktur soll von den Studierenden selbst gefertigt werden. Hierfür steht ihnen ein hochmodernes Laserschneidgerät zur Verfügung, das die Professur im Rahmen der Ausschreibung für Lehr-/Lernprojekte der Fakultät Maschinenwesen beschaffen konnte. Dieses erlaubt den schnellen und effizienten Zuschnitt der Strukturteile in Holzbauweise. Das selbstgebaute Flugsystem wird im Windkanal und Flugversuch evaluiert.

Within the Interdisciplinary Design Project in Aerospace Engineering, students design unmanned aerial systems for search and rescue tasks. This includes the preliminary design (e.g. aerodynamic design), detailed design (e.g. structural design) and, so far, implementation in a simulation environment. In the current semester, the design is to be brought from the computer into the air. The Chair of Flight Mechanics and Flight Control is providing the electronic and mechanical components (motors, flight computer, etc.) for this purpose. The aircraft structure is to be manufactured by the students themselves. A state-of-the-art laser cutter is available to them for this purpose, which the Chair was able to procure as part of the tender for teaching/learning projects of the Faculty of Mechanical Engineering. This allows the structural parts to be cut quickly and efficiently in wood. The self-built flight system is being evaluated in the wind tunnel and flight tests.

*Corresponding author: juergen.frey@tu-dresden.de

1. Einleitung

An der Professur für Flugmechanik und Flugregelung findet im Sommersemester 2023 zum zweiten Male die Lehrveranstaltung „Interdisziplinäres Entwurfsprojekt Luft- und Raumfahrttechnik“ statt. In diesem Projekt entwerfen und testen Gruppen aus vier bis fünf Studierenden ein kleines unbemanntes Flugsystem (engl. small Unmanned Aerial System - sUAS) speziell für Such- und Rettungsmissionen. Für dieses Anwendungsfeld sind sUAS geradezu prädestiniert und dementsprechend ist ihr Markt stark im Wachstum [1]. Der Betrieb von autonomen Fluggeräten unter wechselnden Wind- und Wetterbedingungen ist ferner ein zentrales Forschungsfeld der Professur für Flugmechanik und Flugregelung [2].

Im Zuge des Semesters durchlaufen die Teilnehmenden die typischen Phasen eines jeden Entwicklungsprojektes: den Vorentwurf, den Detailentwurf einschließlich konstruktiver Umsetzung und die Implementation sowie Verifizierung des Konzeptes. Letzteres erfolgt im laufenden Jahrgang erstmals auch praktisch. Zur Umsetzung erhalten die Studierenden von der Professur standardisierte Commercial-off-the-Shelf-(COTS)-Komponenten sowie die Baumaterialien. Mithilfe des von der Fakultät geförderten Laser-Cutters können aus den Konstruktionsunterlagen in kurzer Zeit die Strukturkomponenten hergestellt werden. Die Montage erfolgt durch die Studierenden selbst. Analog zum Großflugzeugbau wird dem krönenden Flugversuch ein Windkanaltest vorangestellt.

Ein solches Projekt erfordert von den Beteiligten ein hohes Maß an Kooperation, Selbstorganisation und fachübergreifendem Denken, um die vielfältigen Teilaufgaben effektiv abzuarbeiten und zu einem sinnvollen Ganzen zusammenzuführen. Das gilt umso mehr, da die Aufgabe nunmehr auch die praktische Umsetzung beinhaltet. Eine Vielzahl von Detaillösungen muss erarbeitet, auf technische Umsetzbarkeit geprüft und letztendlich praktisch verwirklicht werden. Parallel dazu bleibt der rechnerische Nachweis in der Simulationsumgebung erhalten, ist jedoch vom Umfang her zugunsten der konstruktiven und praktischen Ausführung verglichen zur ersten Iteration reduziert [3]. Eine realitätsnahe Durchführung

des Gesamtprojektes ist auch über die praktische Umsetzung hinaus ein wesentliches Anliegen der Lehrveranstaltung. Das umfasst realistische Anforderungen, Erarbeitung von Lastenheften, Reviews, Progress-Meetings und die Präsentation von „Milestones“ in Kombination mit „Deliverables“. Diese werden, realitätsnah, von den Lehrenden strikten Reviews in Form von Präsentationen unterzogen.

Durch die Arbeit im Kleingruppenformat und die regelmäßigen Fortschrittskontrollen wird eine intensive Interaktion untereinander aber auch mit den Lehrenden stark gefordert und gefördert. Damit werden entscheidende Fähigkeiten im Umgang miteinander trainiert. Außerdem kann damit der Lernfortschritt einzelner Teilnehmender genau verfolgt und gezielt auf Probleme eingegangen werden. Hierdurch können die Studierenden individuell besser gefördert und gefordert werden.

2. Konzept des Moduls und Ablauf im ersten Jahr

Die praktische Umsetzung des Projektes in ein flugfähiges Modell war von Anfang an Bestandteil des Konzeptes, konnte jedoch aufgrund der verfügbaren Fertigungskapazitäten im ersten Jahr noch nicht verwirklicht werden. Stattdessen fand das Projekt zunächst ausschließlich auf dem Papier bzw. im Rechner statt [3]. Die theoretischen Aufgaben waren dementsprechend umfangreicher gehalten: Ein eigener Rumpf war Teil der Auslegung, eine breitere Palette an Antriebsoptionen stand zur Auswahl, die Simulation war umfangreicher auszuführen. Diese Teilbereiche wurden später mit Rücksicht auf den Arbeitsaufwand eingeschränkt.

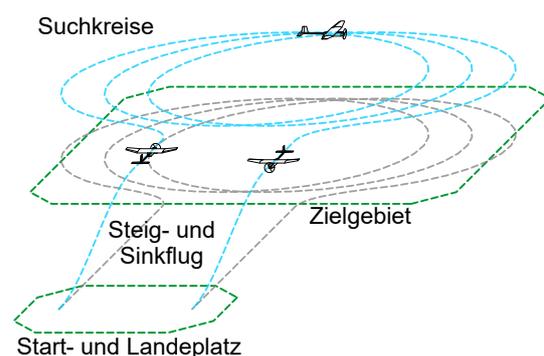


Abb. 1: Darstellung des Flugpfades auf einer typischen Suchmission.

Das Projekt startet mit der Vorgabe einer realitätsnah erscheinenden Einsatzsituation für ein kleines unbemanntes Flugsystem: In einem schwer zugänglichen Zielgebiet sollen vermisste Personen gesucht und gefunden werden (Abb. 1). Dazu muss das UAV als Nutzlast eine kleine Kamera mit notwendigem Datenübertragungssystem mitführen und eine gewisse Wegstrecke zum Einsatzort zurücklegen können. Zu Beginn wird es aus der Hand gestartet und steigt selbständig auf seine Einsatzhöhe. Im Zielgebiet muss es für eine vorgegebene Zeit operieren und nach den Vermissten suchen. Nach der Rückkehr zum Startpunkt erfolgt die Landung in einem Fangnetz. Dabei müssen genügend Reserven in Geschwindigkeit und Reichweite vorgesehen sein, um die Mission auch unter widrigen Windverhältnissen absolvieren zu können. Die Vorgaben differieren leicht zwischen den Gruppen. Diese Variation soll die Diversität der Entwürfe und das unabhängige Arbeiten der Gruppen fördern.

Auf Basis der gestellten Anforderungen, welche in einem Lastenheft zusammengefasst sind, ist ein Vorentwurf zu erarbeiten, der diese erfüllt. Zentral ist in dieser Phase die Aerodynamik, im Wesentlichen ist ein geeignetes Flügelprofil auszuwählen und die notwendige tragende Fläche festzulegen. Als Werkzeug dafür dient XFOIL [4], ein leicht zu beherrschendes Rechenprogramm auf Basis eines 2-D-Panelfahrens mit überlagerter Grenzschichtrechnung (Abb. 2).

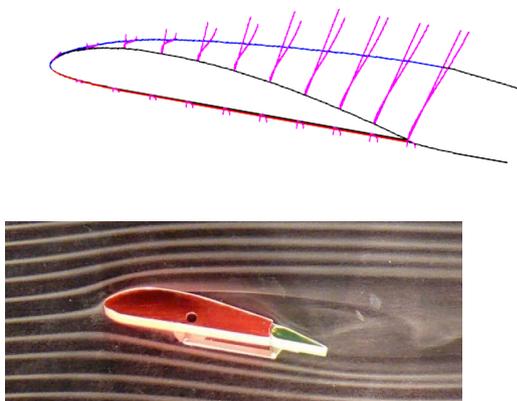


Abb. 2: XFOIL-Rechnung einer Profilumströmung bei sehr niedriger Reynoldszahl (Clark Y, $Re=5 \cdot 10^4$, $\alpha=10^\circ$, oben) im Vergleich zur Visualisierung (unten).

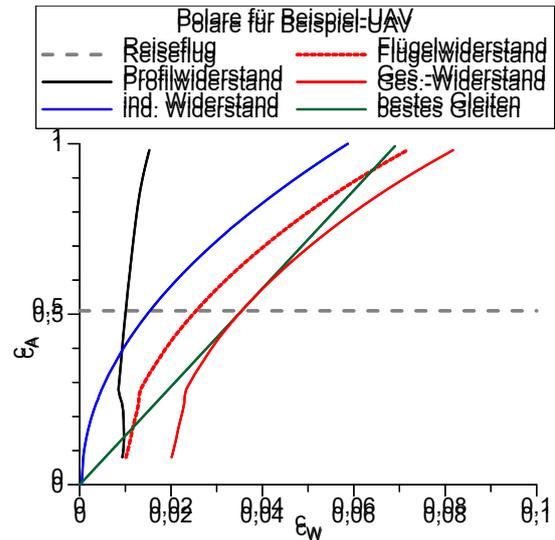


Abb. 3: Darstellung einer ersten, mit einfachen Verfahren abgeschätzten Polaren (Auftrieb und Widerstand in Form dimensionsloser Beiwerte)

Mit einfachen Ansätzen zum induzierten Widerstand und Handbuchmethoden zur Abschätzung der Wandreibung an den übrigen Flächen [5] entsteht eine erste Flugleistungspolare (Abb. 3). Diese ist Ausgangspunkt für die Vorauswahl von Antrieb und Akku aus einem vorgegebenen Portfolio.

In der nächsten Phase, dem Detailentwurf, entsteht die konkrete Flügelgeometrie mit Zuspitzung, V-Stellung und Querrudern. Weiterhin ist das Leitwerk mit Höhen- und Seitenruder zu dimensionieren. Das mit einem Wirbelgitterverfahren arbeitende Programm Athena Vortex Lattice (AVL) [6] liefert die flugmechanischen Derivativa (Abb. 4). Von besonderem Interesse ist die Neutralpunktlage, aus der sich der zulässige Schwerpunktbereich ergibt, in dem das Fluggerät stabil und steuerbar bleibt. Dieser Schwerpunktbereich muss von den Studierenden auf Basis der relevanten Momentengleichgewichte berechnet werden. Anhand dessen müssen die Studenten alle für den Flugbetrieb notwendigen Systemkomponenten (Akku, Telemetrie, Pixhawk Flugcomputer, GPS, etc.) im Rumpf positionieren.

Eine einfache Strukturabschätzung ist ebenso Bestandteil des Aufgabenteils, sowohl in Hinblick auf die finale Masse als auch die Festigkeit.

Mithilfe der bis dahin gewonnenen aerodynamischen und flugmechanischen Parameter erfolgt die Umsetzung in der eigenentwickelten

Simulationsumgebung, die bisher einen zentralen Bestandteil des Kurses ausmacht.

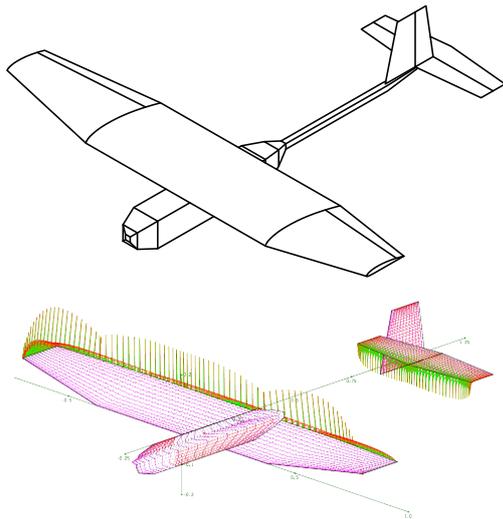


Abb. 4: Geometrie des diesjährigen Beispielentwurfs (oben) und Umsetzung als Wirbelgittermodell in AVL (unten).

Alle Rechnungen mit den Daten aus XFOIL und AVL haben in Matlab [7] zu erfolgen, dadurch sind die Lösungswege nachvollziehbar und Fehler lassen sich leichter finden. Außerdem erlaubt eine saubere Implementierung in Matlab den Studierenden notwendige Iterationen im Designprozess schneller durchzuführen. Die Simulation erfolgt in der Matlab-Umgebung Simulink.

3. Neuerungen im Sommersemester 2023

Wesentliche und zentrale Neuerung ist die praktische Umsetzung des Entwurfs. Hierzu kommen das geförderte Laserschneidergerät sowie eigenfinanzierte Komponenten zum Einsatz. Damit wird ein grundlegender Baustein des methodisch-didaktischen Konzeptes des Moduls verwirklicht: Es gibt ein motivierendes Ziel mit einem greifbaren Ergebnis. Weiterhin lernen die Teilnehmenden die vielen kleinen Hindernisse bei der praktischen Umsetzung eines Entwurfs kennen, damit umzugehen und sie zu überwinden.

Infolge dessen verlagert sich der Schwerpunkt der Arbeitspakete mehr in Richtung der konkreten Auskonstruktion. Vorab wurde am Lehrstuhl ein Referenz-sUAS (Abb. 4, 7, 8) entworfen, konstruiert und gebaut. Dies erlaubte

es den Lehrenden den Aufwand für die einzelnen Prozessschritte besser abschätzen und den Studierenden gezieltere Hilfestellung geben zu können.

Im Zuge von Konstruktion und Bau des UAVs muss eine Vielzahl an Detaillösungen erarbeitet und umgesetzt werden. Fällt die globale Struktur des Flügels in Holm-Rippenbauweise mit Bespannung noch relativ übersichtlich aus, so steigert sich die Komplexität erheblich bei den Aussparungen für die Ruder, der Positionierung der Servos und Antriebe oder dem demontierbaren Anschluss des Flügels am Rumpf einschließlich der Übergänge und Kabeldurchführungen.

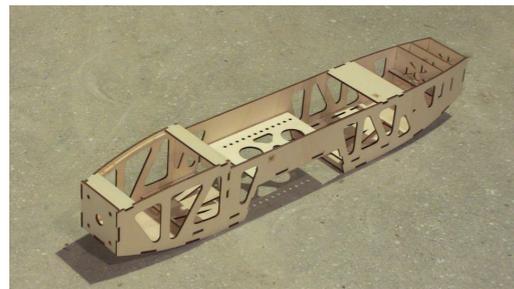


Abb. 5: Standardisierter Kastenrumpf im Rohbau, noch ohne Bespannung.

Eine gewisse Vereinfachung und damit Reduzierung des Arbeitsaufwandes wird durch engere Vorgaben bei den verfügbaren Komponenten erreicht. Der standardisierte Kastenrumpf wird vom Lehrstuhl vorgefertigt (Abb. 5).

Der Leitwerksträger ist als einfaches Kohlefaserrohr ausgeführt, was eine unkomplizierte Variation des Leitwerkshebelarms erlaubt. Ebenfalls eingeschränkt wurde die Auswahl an Motoren und Akkus (Abb. 6). Der zu verwendende Propeller ist vorgegeben.



Abb. 6: Motor, Propeller und Flugakku aus dem gehobenen Modellbauzubehör-Sortiment

Selbst auszulegen und zu konstruieren sind Flügel und Leitwerk, die entsprechend der verfügbaren Technologie in klassischer Holm-Rippen-Bauweise aus Flugzeugsperrholz entstehen. Das Laserschneidgerät erlaubt eine schnelle und effiziente Produktion der vielen Einzelteile sowie einfacher Positioniervorrichtungen für die Montage. Den Zusammenbau bewerkstelligen die Gruppen selbst unter Anleitung und Aufsicht des Lehr- und Werkstattpersonals.



Abb. 7: Holm-Rippen-Struktur des Flügels für das Referenz-sUAS.

Das fertige Flügelgerüst (Abb. 7) wird abschließend mit Modellbaufolie bespannt, um eine glatte geschlossene Oberfläche zu erhalten (Abb. 8). Zur Feinjustierung des Schwerpunktes sind die Positionen der einzelnen Systemkomponenten im Rumpf noch verschiebbar. Darüber hinaus können Einbauhöhe und -winkel des Elektromotors eingestellt werden. Der Schubvektor soll möglichst durch den Schwerpunkt verlaufen, um das schubinduzierte Nickmoment zu minimieren.



Abb. 8: Erste Abschätzung der tatsächlichen Schwerpunktlage auf einem Prisma.

Die Flugsteuerung erfolgt zentral über einen Pixhawk-Autopiloten [8]. Ausgehend von den in der Simulation gewonnenen flugdynamischen Eigenschaften und Reglerentwürfen wird der Pixhawk-Flugcomputer mittels

QGroundControl [9] programmiert. Die Kombination aus QGroundControl und Pixhawk erlaubt den Studenten einen erleichterten Zugang zur Programmierung von Autopiloten und Missionsplanung (Flugrouten etc.). QGroundControl fungiert des Weiteren als eine Bodenstation für den Betrieb des sUAS.

Anschließend muss das Zusammenspiel der elektronischen und mechanischen Komponenten erprobt und optimiert werden.

Der Windkanalversuch erfolgt vorerst noch mit einer recht einfachen Fesselung, mit der die Wirkung der Steuerung demonstriert und überprüft werden kann.

Als Kompensation für den erheblichen zusätzlichen Aufwand bei Detailkonstruktion und Bauausführung wird der Umfang der Simulation zurückgefahren und nur noch ein schriftlicher Bericht zum Projektabschluss gefordert. Die regelmäßigen Präsentationen zum Arbeitsfortschritt wurden beibehalten und so alle zur fortlaufenden Dokumentation angehalten.

4. Erfahrungszuwachs im 2. Jahrgang

Umfangreiche Erfahrungen konnten auch von den beteiligten Lehrenden selbst gesammelt werden, die bisher noch sehr wenig Berührung mit dem Flugmodellbau hatten. Das umfasst die Handhabung der Materialien, z.B. beim Laserschnitt, die Bandbreite der Eigenschaften angelieferter Halbzeuge, den Zeitaufwand für Nachbearbeitung und Zusammenbau. Als grundsätzlich tauglich erwies sich das Konzept des Holm-Rippen-Verbundes mit ineinandergreifenden Steckverbindungen, die mit Klebstoff final fixiert werden. Die Beschränkung des Laserschnitts auf ebene Konturen weitgehend konstanter Dicke macht vor allem händische Nacharbeit für diagonale Aussteifungen erforderlich, die zur Sicherstellung ausreichender Torsionssteifigkeit gebraucht werden. Eine Überraschung stellte sich bei der Schwerpunktlage des Referenzmodells ein, es war zunächst deutlich hecklastiger als in der Auslegung angenommen.

Es zeigte sich, dass, durchaus nicht unerwartet, der Teufel im Detail steckt: Für jedes kleine Problem muss tatsächlich eine Lösung gefunden werden. Das trifft besonders auf bewegli-

che Verbindungen und Anlenkungen/Betätigungen zu. Als konkretes Beispiel für ein weiteres Detail sei hier die Messung des dynamischen Drucks und damit der Fluggeschwindigkeit angeführt, ein zentraler Parameter zur Bestimmung des aktuellen Flugzustandes. Die Punkte, an denen Gesamt- und statischer Druck dafür abgenommen werden, befinden sich immer im Einfluss der Umströmung des Flugzeuges selbst, die wiederum von der Fluglage abhängig ist. Mithin muss die variable Abweichung abgeschätzt und eine geeignete Korrektur eingeführt werden (Abb. 9, 10).



Abb. 9: Prandtl-Rohr aus dem Modellbaubedarf zur Abnahme von statischem und Gesamtdruck vor der Flügelnase

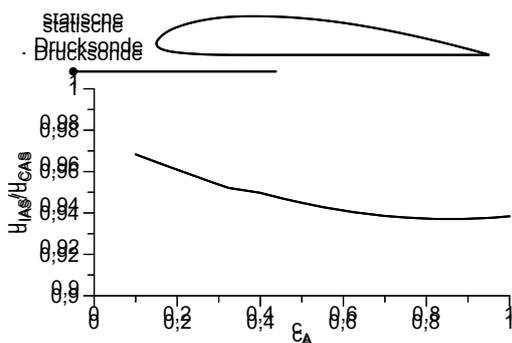


Abb. 10: Zu erwartender Fehler in der angezeigten Fluggeschwindigkeit durch die Wirkung vom Druckfeld des Flügelprofils auf die Messposition (XFoil-Rechnung)

Bei der Zusammenarbeit der Studierenden vor Ort ließen sich sehr spezielle gruppendynamische Effekte beobachten, die sich von einer Gruppe zur anderen sehr stark unterscheiden können. Grundsätzlich zeichnete sich die Arbeitsweise aller Gruppen genauso wie im Vorjahr durch hohe Motivation und großen Einflusreichtum bzw. starke Experimentierfreude aus.

Die Platzierung des Kurses im Stundenplan (Fr., 1. Und 4. DS) erwies sich als noch ungünstiger als die im Vorjahr, wodurch bspw. nach der Ausgabe der Aufgaben die nötige Zeit fehlte, sinnvolle Fragen für die darauffolgende Konsultation vorzubereiten. Noch dazu kam es zu Überschneidungen mit anderen LV mit verpflichtender Teilnahme (Exkursionen). Von angebotenen Zusatzterminen zur selbständigen, aber dennoch betreuten Arbeit wurde reger Gebrauch gemacht.

Die räumliche Situation im Windkanalgebäude mit z.T. erheblichen Einschränkungen durch fortlaufende Baumaßnahmen stellte eine zusätzliche Herausforderung dar, die allerdings durch gegenseitiges Verständnis bei den Beteiligten bewältigt werden konnte.

Den Abschluss bildete ein vereinfachter Windkanaltest mit den fertiggestellten Modellen, bei dem sie an einer gefesselten Aufhängung einfach angeströmt wurden (Abb. 11). Damit war unter Beweis gestellt, dass die Entwürfe im geforderten Geschwindigkeitsbereich stabil in der Luft liegen.

5. Ausblick

Künftig sind detailliertere Windkanalmessungen vorgesehen, die eine Überprüfung der berechneten Charakteristika am realen Objekt erlauben und so einen kontinuierlichen Zusammenhang von den Vorhersagen der Auslegung zu den tatsächlichen Flugeigenschaften herstellen. Studien- oder Abschlussarbeiten für eine Waage mit passendem Messbereich sind ausgeschrieben.



Abb. 11: Modell im Windkanal an einfacher Fesselung mit blockierten Rudern

Im Zuge einer laufenden Diplomarbeit wurde das Kennfeld eines typischen Propellers im Windkanal vermessen. Dadurch wird eine genauere Abschätzung der Leistungsdaten ermöglicht, insbesondere mit Bezug auf Reichweite und Flugdauer. Ein Vergleich der tatsächlichen Charakteristik mit Vorhersagen aus XROTOR [10] erlaubt eine Extrapolation auf die real zu erwartenden Leistungsdaten dann auch für beliebige Konfigurationen.

Materialseitig ist die Verwendung auch dünneren Sperrholzes angedacht, bis hin zu steifen Kartonagen. Zum einen ermöglicht das die Herstellung leichterer Strukturen mit günstigerer Schwerpunktlage, zum anderen werden damit auch beplankte gekrümmte Oberflächen erreichbar, die sich durch eine höhere aerodynamische Güte auszeichnen. Außerdem lassen sich so leichter torsionssteife geschlossene Profile (Nasenkasten) anfertigen, sodass auf diagonale Aussteifungen weitgehend verzichtet werden kann.



Abb. 12: Gruppe 1 vor ihrem Entwurf „SN-23 Penguin“



Abb. 13: Gruppe 2 vor ihrem Entwurf „FeuerFalke“

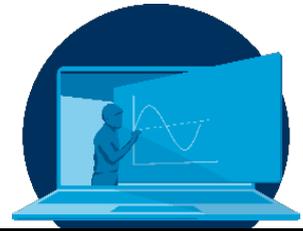
der „Ausschreibung für Lehr-/Lernprojekte der Fakultät Maschinenwesen“, bedanken.

Literatur

- [1] M. Garvens, Analyse des deutschen Drohnenmarktes, Verband Unbemannte Luftfahrt, Berlin, 2021
- [2] H. Rienecker, V. Hildebrand, H. Pfifer, Energy optimal flight path planing for unmanned aerial vehicle in urban environments, Proceedings of the 2022 CEAS EuroGNC conference, CEAS, Berlin, Germany, 2022. CEAS-GNC-2022-031
- [3] F. Biertümpfel, J. Frey, H. Pfifer, Vom Computer in die Luft – Das interdisziplinäre Entwurfsprojekt Luft- und Raumfahrttechnik, Lessons Learned 3, 1 (2023), DOI: 10.25369/ll.v3i1.59
- [4] M. Drela, XFOIL: An Analysis and Design System for Low Reynolds Number Airfoils, In: Mueller, T.J. (eds) Low Reynolds Number Aerodynamics. Lecture Notes in Engineering, vol 54., pp. 1-12, 1989
- [5] C.-C. Rossow, K. Wolf, P. Horst, Handbuch der Luftfahrzeugtechnik, Carl Hanser Verlag, 2014, ISBN: 9783446436046
- [6] M. Drela, H. Youngren, MIT, AVL User Primer – AVL 3.40, 2020, http://web.mit.edu/drela/Public/web/avl/avl_doc.txt (abgerufen am 29.09.2023)
- [7] The Mathworks, Inc. MATLAB. Version 2021b, 2021
- [8] Homepage - Pixhawk, <https://pixhawk.org/> (abgerufen am 27.09.2023)
- [9] QGC - QGroundControl - Drone Control, <http://qgroundcontrol.com/> (abgerufen am 27.09.2023)
- [10] M. Drela, H. Youngren, MIT, XROTOR User Guide, 2003, http://web.mit.edu/drela/Public/web/xrotor/xrotor_doc.txt (abgerufen am 29.09.2023)

Danksagung

Die Autoren möchten sich herzlichst bei der Fakultät Maschinenwesen der TU Dresden, für die Förderung des Lasercutters im Rahmen



Das Projekt Shanvi- Entdeckendes Lernen in der Strömungsmechanik

L. C. Haenel, F. Rüdiger, J. Fröhlich*

Professur für Strömungsmechanik, Institut für Strömungsmechanik, Fakultät Maschinenwesen, TU Dresden

Abstract:

Der Beitrag zieht eine erste Bilanz des Lernprojekts Shanvi (Strömungen hautnah, nicht virtuell). Es wurde konzipiert, um Studierenden eigenständige Erfahrungsmöglichkeiten in der Strömungsmechanik zu bieten, die über den normalen Universitätsbetrieb hinausgehen. Beispiele sind ein studentisches Projekt in einem Unternehmen, Demonstrationsversuche bei Veranstaltungen für das breite Publikum, sowie kleine, selbständige Versuche in Vorlesungen und Übungen und bei Exkursionen. Neben der direkten Erfahrung zu physikalischen Phänomenen und der eigenverantwortlichen Strukturierung von Versuchen ist ein weiterer Aspekt des Projektes die Förderung der Teamfähigkeit, die im Universitätsalltag oft zu kurz kommt. Nach einem Jahr zeigen sich sehr positive Resultate, doch erfordern diese auch entsprechenden Einsatz des Lehrstuhlpersonals.

The article provides an initial assessment of the Shanvi learning project (german for Strömungen hautnah, nicht virtuel) It was designed to offer students independent experiential opportunities in fluid mechanics that go beyond regular university operations. Examples are a student project in a company, demonstrations for the general public, small self-steered experiments during lectures and exercises as well as during excursions. In addition to direct exposure to physical phenomena and the autonomous structuring of experiments, another aspect of the project is the promotion of teamwork, which is often lacking in university life. After one year, very positive results are evident, but they also require a corresponding commitment from the faculty.

* corresponding author jochen.froehlich@tu-dresden.de

1. Motivation

Die Idee für das Projekt entstand im Jahr 2022 aus den Erfahrungen der Corona-Pandemie und zielt darauf ab, Studierende durch den direkten Kontakt mit Strömungsphänomenen aus der virtuellen Welt zurück in die reale Welt zu holen. Der Ansatz dafür ist, Studierende durch die Bereitstellung mobiler Messtechnik und fachkundige Unterstützung zu eigenem, kreativem Handeln zu führen. Das Interesse an selbstgesteuerter Gestaltung von Lerninhalten und Lernmethoden durch die Studierenden soll im Sinne des entdeckenden Lernens [1] gefördert werden. Dabei werden Fachkenntnisse praktisch angewendet, gefestigt und erweitert. Außerdem werden allgemeine ingenieurstechnische Fertigkeiten (bspw. zur Versuchsplanung, Messelektronik und Wissenschaftskommunikation) gefördert.

Auch schon vor der Pandemiesituation war die Tendenz zu verzeichnen, dass praktische Aspekte in der Ausbildung, insbesondere aber das eigenständige Lernen der Studierenden im Lernprozess einen immer geringeren Anteil einnahm - trotz des Wissens um dessen Bedeutung. „Eigenständig“ meint dabei: in Gang gesetzt durch eigene Motivation, weiter getrieben durch den inneren Antrieb der Entdeckerfreude und ggf. des Austauschs mit Peers, sowie die selbständige Formulierung einer Erkenntnis. Die Pandemiesituation hat die Notwendigkeit solcher Lehrformen nochmals massiv verdeutlicht.

Eigenständiges Lernen bedarf, auch wenn es vorwiegend selbstgesteuert stattfindet, einer fachkundigen Anleitung und Betreuung, die in unserem Fall in den Laboren des Lehrstuhls geschehen soll. Darüber hinaus wird durch das Projekt die Möglichkeit zur Interaktion mit anderen Einrichtungen geschaffen, z.B. mit Firmen und Schulen aus der Region, was den Horizont der Studierenden in der realen Welt erweitert.

Aus den genannten Aspekten resultierten nach Diskussion unter den Autoren die in Abb. 1 formulierten Projektziele.



Abb. 1: Ziele des Projektes

2. Stand der Umsetzung

Fundament des Lernprojekts sind zielorientiert konfigurierte mobile Messtechnik-Sets, die durch zeitmittelnde Verfahren und Visualisierung der instantanen Strömung Strömungsphänomene direkt erlebbar machen. Dafür wurden zwei Koffer mit Messtechnik beschafft, einer für Messungen in Wasser und einer für Messungen in Luft. Hinzu kam eine mobil einsetzbare Hochgeschwindigkeitskamera zur Beobachtung, der oft für das menschliche Auge zu schnell ablaufenden Vorgängen (Abb. 2).



Abb. 2: Im Rahmen des Projektes Shanvi beschaffte Messtechnik. Oben: AHLBORN-Messgerätekoffer [2] für die Vermessung der mittleren Strömung in Luft, unten: CHRONOS 1.4 Hochgeschwindigkeits-Kamera [3]

Die in den Messtechnik-Sets enthaltenen Datenlogger ermöglichen den Anschluss weiterer Sensoren mit Spannungsausgang und erlauben es damit den Studierenden, für ihren speziellen Anwendungsfall auch eigene Messinstrumente und Sonden herzustellen und einzusetzen.

Im Rahmen des Projekts geplante Aktivitäten sind unter anderem:

- Unterstützung studentischer Eigenprojekte,
- Studentische Projekte in Kooperation mit Firmen in der Region,
- thematische Exkursionen,
- studentische Beiträge zu Praktika,
- Vorlesungsexperimente sowie Demonstrationsersuche und
- Schülerpraktika.

Im ersten Jahr seit Projektstart wurden folgende Aktivitäten durch das Projekt unterstützt:

- Schülerexkursion einer 11. Klasse aus Schwerin nach Dresden mit Besuch an der Professur für Strömungsmechanik im Juni 2022
- Schülerpraktika im Frühjahr 2022 (10 Teilnehmerinnen und Teilnehmer und im Frühjahr 2023 (6 TN), s. Abb. 4
- Praktikum zur LV Experimentelle Strömungsmechanik im SoSe 2022 und SoSe 2023
- Demonstrationsversuche zu den LV „Technische Strömungslehre“ und „Gasdynamik“
- Lange Nacht der Wissenschaften (LNdW) 2022 und 2023, s. Abb. 3
- Exkursionen mit Mitarbeitern und Studierenden der Professur in den Rabenauer Grund (Juli 2022) und in die Dresdner Heide (Juli 2023)
- Messungen in einem Versuchsaufbau zur Herstellung von Papiervlies in der Papierfabrik Bärenstein (Abb. 5)
- Einsatz der Hochgeschwindigkeitskamera zur Demonstration von Alltagseffekten wie der Koaleszenz von Seifenblasen (Abb. 7)

3. Erfahrungen in den Einzelprojekten

Demonstrationen LNdW

Während der Langen Nacht der Wissenschaften wurde mithilfe der Hochgeschwindigkeitskamera der Aufstieg von Blasen in einer Wassersäule beobachtet (Abb. 3).

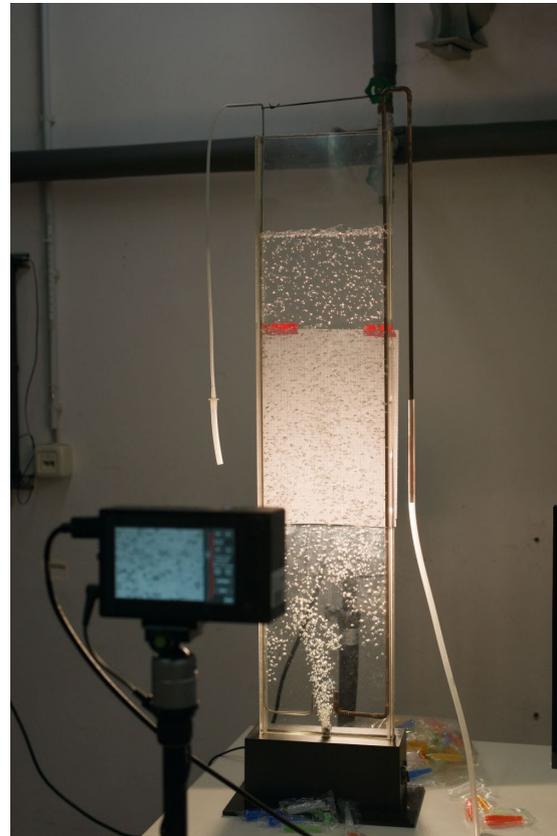


Abb. 3: Einsatz der Hochgeschwindigkeitskamera an der Blasensäule zur Langen Nacht der Wissenschaften 2022

Die Kamera wurde dabei so eingerichtet, dass die Aufnahmen direkt von der Kamera und ohne Computer durchgeführt, gespeichert und abgespielt werden können. Den Besucherinnen und Besuchern konnte so ein lebendiges Bild des Aufstieges von Blasen unterschiedlicher Größen und damit Formstabilitäten vermittelt werden, die in den aktuellen Forschungsarbeiten der Professur thematisiert werden. Durch die Verfügbarkeit der Messtechnik bestand die Möglichkeit, durch Ablesen von Zeit und Position aus dem Kamerabild selbstständig Aufstiegsgeschwindigkeiten und Blasengrößen zu ermitteln und damit Betrachtungen anhand des bereitgestellten

Diagrammes durchzuführen. Die anschauliche Darstellung bot viele Möglichkeiten, an die unterschiedlichen Vorkenntnisse anzuknüpfen und im Dialog Wissen und Methoden zu vermitteln. Die neue Messtechnik eröffnete hier also neue Möglichkeiten der Kommunikation, sowohl mit der breiten Öffentlichkeit als auch mit den während der LNdW anwesenden Studierenden.

Schülerpraktika:

Im Rahmen des Projekts wurden diverse bereits vorher initiierte Schülerpraktika durchgeführt. Der Hauptfokus lag dabei darauf, das Interesse an der Wissenschaft, insbesondere an der Strömungsmechanik, zu wecken. Anstelle von bloßem Frontalunterricht wurden die Schülerinnen und Schüler ermutigt, sich eigenständig mit der Materie auseinanderzusetzen, indem sie Experimente durchführten, wobei Aufbau, Durchführung und Auswertung mit Unterstützung eines Betreuers untereinander diskutiert wurden. Dies ermöglichte es den Schülerinnen und Schülern, Wissenschaft aktiv zu erleben und somit erste kindgerechte Einblicke in die Forschung zu erlangen.

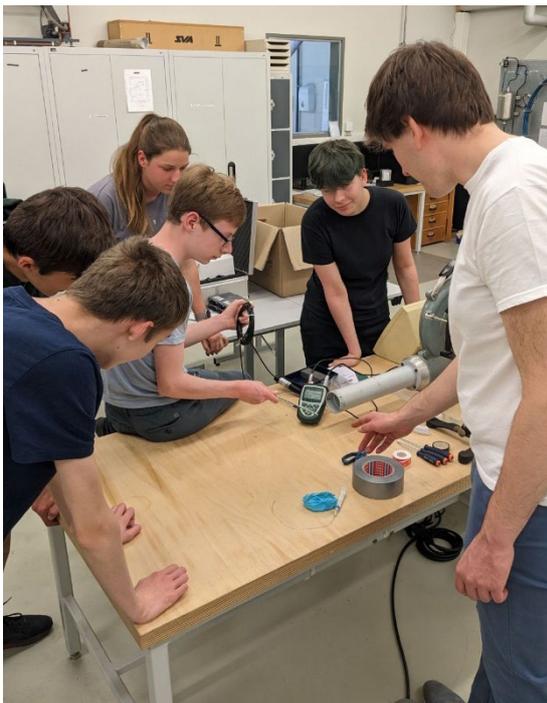


Abb. 4: Vermessen eines Freistrahls beim Schülerpraktikum 2023

Projekt: Strömungsbedingte Inhomogenitäten in der Vliesabscheidung

Im Rahmen einer Untersuchung zur Verbesserung eines Versuchstandes zur trockenen Vliesabscheidung (Abb. 5 und 6) konnten mithilfe der mobilen Messtechnik unterschiedliche Strömungsgeschwindigkeiten an verschiedenen Punkten vor dem Sieb zum Auffangen der Fasern gemessen werden. Die unterschiedlichen Geschwindigkeiten weisen auf eine inhomogene Strömung hin, mit der man die in Abb. 6 erkennbare unregelmäßige Oberfläche des Vlieses erklären kann. Anhand der Messwerte konnte eine Simulation zur Verbesserung der Strömungszustände verifiziert werden, um später Maßnahmen zur Verbesserung des Versuchstandes vornehmen zu können.



Abb. 5: Versuchsaufbau zur Herstellung von Papiervlies



Abb. 6: Vlieseschicht nach Beenden des Abscheideprozesses

Mit diesen Untersuchungen wurden Kontakte zu zwei sächsischen Unternehmen aufgebaut. Auch erhielt der mit der Versuchsdurchführung befasste Student durch seine Messkampagne vor Ort einen Einblick in die Papierherstellung und die ingenieurmäßige Arbeit in einer Papierfabrik, also den Arbeitsalltag als berufstätiger Ingenieur in der Industrie. Für die Professur eröffnen diese Untersuchungen Möglichkeiten zur Ausgestaltung weiterer Forschungsaktivitäten und Kooperation.

Koaleszenz von Seifenblasen

Die Hochgeschwindigkeitskamera bietet die Möglichkeit, spannende Alltagseffekte wie die Koaleszenz von Seifenblasen bildtechnisch darzustellen. Innerhalb einer Forschungsarbeit am Institut für Strömungsmechanik konnte gezeigt werden, wie die Seifenblasen miteinander verschmelzen und sich zu einer einzelnen Blase ausbilden. Durch die hohe Anzahl an aufnehmbaren Bildern pro Sekunde ist es möglich, die einzelnen Phasen dieses Effektes Schritt für Schritt abzubilden und damit sichtbar zu machen, was dem menschlichen Auge sonst verborgen bleibt.



Abb. 7: Vorstellung von Alltagseffekten, wie das Verschmelzen von Seifenblasen und die damit einhergehende Form- und Größenänderung, im Rahmen einer Diplomverteidigung 2023. Aufgenommen mit der Hochgeschwindigkeitskamera.

Eigenforschungsprojekte

In den Vorlesungen der Professur wurde dafür geworben, dass sich Studierende mit eigenen Forschungsfragen melden, die sie gern unter Anleitung mit der beschafften Mestechnik untersuchen möchten. Trotz mehrfacher

Aufrufe gab es leider keine Meldung dieser Art. Die Autoren führen dies darauf zurück, dass mit einem solchen Eigenprojekt keine Leistungspunkte erworben werden können, sondern „nur“ Wissen und Freude an der Umsetzung eigener Ideen. In der aktuellen Studiensituation mit Notendruck und wenig Zeit konnte dieser Ansatz bisher leider nicht verwirklicht werden. Die Möglichkeit zur Durchführung von Eigenprojekten wird dennoch weiter angeboten und beworben. Dies schließt ein, dass Studierende Belege zu eigenen Themen erstellen und als Studienleistung anerkannt bekommen. Besonders für Studierende im Fernstudium ergeben sich so Möglichkeiten, nicht nur theoretisch oder numerisch sondern auch experimentell zu arbeiten.

Erweiterungsmöglichkeiten

Es wurde festgestellt, dass sich das Spektrum der Untersuchungsmöglichkeiten zum Beispiel durch den Einsatz von Anwendungen für Mobiltelefone noch einmal deutlich erweitern lässt. Hier wurde beispielsweise phyphox zur Messung diverser physikalischer Größen (RWTH Aachen) verwendet, sowie SmartPIV, eine Anwendung zur Geschwindigkeitsfeldmessung (TU Ilmenau).

Dieses Potential soll in der Zukunft weiter erkundet und zur Erhöhung der Attraktivität der Beschäftigung mit strömungsmechanischen Phänomenen genutzt werden.

4. Zusammenfassung und Ausblick

Bei allen bisherigen Aktivitäten im Rahmen des Projekts konnte bei den Beteiligten ein besseres Verständnis für die selbst untersuchten oder in Demonstrationsversuchen vorgeführten Strömungsphänomene erreicht werden. Das persönliche Erlebnis der Strömungssituation sowie die Erfahrung bei der selbständigen Durchführung von Messungen – insbesondere auch das Lernen aus den dabei gemachten Fehlern – haben zur Begeisterung für das Fachgebiet beigetragen. Die im ersten Jahr konzipierten Einsätze sollen in Zukunft ausgebaut werden. Insbesondere die Schülerpraktika können das Interesse an MINT-Fächern fördern und so den Rückgang der Studierendenzahlen entgegenwirken.

5. Danksagungen

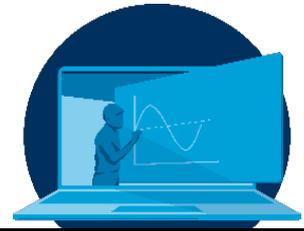
Die Autoren bedanken sich bei der Fakultät Maschinenwesen für die Förderung der zur Umsetzung des Lernprojekts benötigten Messtechnik.

Literatur

[1] Beim Entdeckenden Lernen stehen Lernanregungen oder Lernarrangements im Zentrum, die eigenaktives Lernen motivieren sollen [Wikipedia]

[2] https://www.ahlborn.com/de_DE/produkte/messgeraetekooffer (19.06.2022)

[3] <https://www.krontech.ca/product/chronos-1-4-high-speed-camera> (19.06.2022)



Die Auswirkungen einer Hospitation auf die Qualität eines Tutoriums: Ein Fallbeispiel

M. Ludwig¹, P. Thamm²

¹ Zentrum für interdisziplinäres Lernen und Lehren, TU Dresden

² Professur für Berufspädagogik und Professur für Gesundheit und Pflege/ Berufliche Didaktik, Institut für Berufspädagogik und Berufliche Didaktiken, Fakultät Erziehungswissenschaften, TU Dresden

Dieser Artikel veranschaulicht mit einem Fallbeispiel das konkrete und strukturierte Vorgehen bei einer (Peer-) Hospitation. Zunächst wird dargestellt, wie Peer-Angebote die fachliche Lehre unterstützen können. Anschließend werden generelle Effekte einer Hospitation und mögliche Beobachtungsaspekte vorgestellt. Diese Form der Qualitätssicherung der tutoriellen Lehre ermöglicht in Form kollegialer Hospitation auf Peer-Ebene einen Austausch auf Augenhöhe. Hierdurch können „Blinde Flecke“ der eigenen Lehrtätigkeit transparent im Feedbackgespräch thematisiert werden. Auch die mögliche Diskrepanz zwischen Selbst- und Fremdwahrnehmung (der Lehrtätigkeit) wird durch den Perspektivwechsel durchbrochen. Es werden im Fallbeispiel konkrete Beobachtungen und Hilfestellungen dargestellt.

Mit Hilfe einer Hospitation und einem anschließenden Feedbackgespräch lassen sich diese didaktischen Stellschrauben aufdecken und der eigene Lehrstil kann durch Anwendung der Stellschrauben zum Positiven verändert werden. Zeitgleich wirkt eine didaktisch gut durchgeführte Lehre auf Peer-Ebene motivierend, um wieder in Präsenz an Veranstaltungen teilzunehmen.

This article uses a case study to illustrate the structured approach to (peer) observation. First, it shows how peer lead observation can support specialist teaching. Subsequently, the general effects of peer observation and possible observation aspects are presented. This form of quality assurance in tutorial teaching enables an exchange at eye level in the form of collegial observation at peer level. This allows "blind spots" in one's own teaching activities to be addressed transparently in the feedback discussion. The possible discrepancy between self-perception and external perception (of teaching activities) is also broken through the change of perspective. Specific observations and assistance are presented in the case study.

With the help of observation and a subsequent feedback discussion, these didactic adjustments can be uncovered and one's own teaching style can be changed for the better by applying the adjustments. At the same time, didactically well-executed teaching at peer level has a motivating effect that encourages students to attend courses in person again.

*Corresponding author: melanie.ludwig@tu-dresden.de

1. Mit Peerangeboten aus der „Präsenzmüdigkeit“ herausfinden

Als Effekt aus der COVID-19-Pandemie ergaben sich geringere Teilnahmezahlen an universitären Angeboten sowie eine seinerzeit vorherrschende „Online-Müdigkeit“, [1] die derzeit in eine „Präsenzmüdigkeit“ und Unverbindlichkeit in der Teilnahme umschlägt. Es braucht Bindungskraft und Motivation, die u.a. über Peer-Angebote vermittelt wird. Gut ausgebildete Peers, die lehrend in Tutorien agieren (Tutorinnen und Tutoren), „schlagen hier eine Brücke“ [2].

2. Verständnis eines Tutoriums

Ein Tutorium wird in diesem Kontext als eine Unterrichtseinheit oder eine Lerngruppe verstanden, die von einem studentischen Tutor oder einer Tutorin geleitet wird. In einem Tutorium kommen Studierende an einem Lernort zusammen, um fachliche Inhalte vertiefend zu üben, bestimmte Themen zu diskutieren, Fragen zu klären oder zusätzliche Unterstützung auf Augenhöhe im Peer-to-Peer-Rahmen zu erhalten. Als Tutorium werden in diesem Abstract ebenso Übungen bezeichnet, die von einer Tutorin oder einem Tutor angeleitet werden. Prinzipiell werden Tutorien in der Hochschullehre ergänzend oder begleitend zu Vorlesungen oder Seminaren angeboten.

3. Verständnis einer Hospitation

Eine Hospitation in einem Tutorium bezieht sich auf ein Setting, beobachtend und kollegial an einem solchen Tutorium teilzunehmen [3]. Bei einer Hospitation hat die beobachtende Person die Aufgabe, vorher festgelegte Hospitationsschwerpunkte zu erfassen:

- die Struktur und den Ablauf des Inhaltes (z.B. Sind die einzelnen Phasen logisch miteinander verknüpft und orientieren sich diese an Lernziele oder Kompetenzen?)
- die methodisch-didaktische Gestaltung des Tutoriums (z.B. die Wahl der Arbeits- und Sozialformen, sowie die zweckmäßige Eingebundenheit von ausgewählten Medien und Materialien wie Arbeitsblätter, Präsentationen, weitere Lerngegenstände zur Veranschaulichung)

- die soziale Interaktion zwischen den Teilnehmenden und der Tutorin oder dem Tutor sowie die Einholung von Feedback (z.B. die Art und Weise der Kommunikation und das Lernklima in der Gruppe)
- die Befähigung zum selbstgesteuerten Lernen der Studierenden (z.B. verständliche und nachvollziehbare Erklärungen zu vorliegenden Problemen bzw. Übungen und die Anregung zur Entwicklung eigenständiger Lösungsstrategien)
- die Leitungsfunktion der Tutorin oder des Tutors (z.B. das erste Auftreten vor den Studierenden und das Rollenbewusstsein)
- der Präsentationsstil des Tutors bzw. der Tutorin (z.B. der Einsatz von Mimik, Gestik, Sprache und Ausdruck)



Abb. 1: Beobachtungsdimensionen der Hospitation [erstellt von M. Ludwig]

4. Effekte einer Hospitation

Dies ermöglicht Einblicke in die Lehrtätigkeit des Tutors oder der Tutorin und bietet die Gelegenheit, bewährte Lehrstrategien zu identifizieren, pädagogische Ansätze zu reflektieren und mögliche Verbesserungen oder Anpassungen vorzuschlagen.

Weiterhin fördert eine Kollegiale Hospitation einen Perspektivwechsel des Tutors bzw. der Tutorin, da die Eigen- und Fremdperspektive des Tutoriums wahrgenommen werden. Daher ermöglicht es dieses Vorgehen, den „Blinden Fleck“ [4] in der eigenen Lehrtätigkeit zu entdecken. Außerdem liefert der festgelegte Beobachtungsfokus neue Erkenntnisse, Impulse und kann somit einen professionellen Beitrag für die universitäre Lehre leisten.

Die Hospitation kann zusätzlich dazu dienen, den Austausch von bewährten Praktiken zu fördern, die pädagogischen Kompetenzen des

Tutors oder der Tutorin zu stärken und insgesamt die Effektivität des Lernprozesses innerhalb des Tutoriums zu verbessern.

5. Der prototypische Ablauf einer Hospitation an der Technischen Universität Dresden

Zu Beginn steht die freiwillige Kontaktaufnahme des Tutors oder der Tutorin mit dem Team von TUTORING hybrid und dem Wunsch, eine verbindliche Hospitation in Anspruch zu nehmen.

Nach einer Terminvereinbarung folgen das sogenannte Vorgespräch sowie eine kurze Umfrage zum Beobachtungsfokus. In diesem Gespräch werden die folgenden Punkte erörtert:

- Inhalt des Tutoriums
- Ziel des Tutoriums
- Teilnehmeranzahl
- Format (in Präsenz oder online)
- Passender Hospitationstermin
- Erfahrungshorizont des Tutors (Vorerfahrungen, Vorwissen, fachliche Expertise)
- Feedbackwünsche des Tutors
- Aufgetretene Probleme und Herausforderungen in vergangenen Tutorien
- Klärung des Ablaufs am Tag der Hospitation (Transparenz über die Hospitation etc.)
- Vereinbarung über Verschwiegenheit sowie dem geschützten Rahmen auf Peer-Ebene
- Vereinbarung eines Feedbacktermins

Anschließend findet die kriteriengestützte Hospitation statt. Gleich zu Beginn erläutert der Tutor oder die Tutorin den neuen Kontext und die Hospitationssituation der Gruppe und startet dann mit dem Inhalt der Stunde. Die Beobachtungsperson wählt einen Platz im Raum, der es ermöglicht, alle Teilnehmenden von hinten im Blick zu haben. Zusätzlich soll der gesamte Raum sowie die vorbereiteten Materialien zu sehen sein. Währenddessen macht sich die hospitierende Person in einem vorab erstellten Hospitationsprotokoll Notizen zu den gewünschten Feedback-Aspekten und notiert ressourcenorientiert interessante Facetten der Lehrtätigkeit und Kompetenzen. Während des laufenden Tutoriums wird weder

eingeschritten noch werden Wortmeldungen gegeben. Es findet lediglich der Beobachtungsprozess statt.

Im direkt angeschlossenen oder später stattfindenden Feedbackgespräch wird zunächst der Tutor bzw. die Tutorin nach ihrer eigenen Einschätzung befragt, der sogenannten Eigenperspektive. Hierbei handelt es sich um eine Selbstreflexion. Welche Aspekte sind der Person selbst aufgefallen, welche waren ihm oder ihr nicht bewusst? Wo tauchten Hürden auf und was lief richtig gut? Welche didaktischen Fragen bzw. Stellschrauben ergaben sich nach dem Tutorium? Wisniewski und Zierer (2018) bezeichnen Professionalität bezüglich des Lehrberufs als „die Reflexivität in Bezug auf das eigene berufliche Handeln“ [5]. Um als Lehrperson „professionell zu handeln, müssen die eigenen Routinen ständig hinterfragt werden. Hierfür kann unter anderem die Selbstreflexion dienen. Jedoch sollte diese durch „externe Daten ergänzt werden.“ [6].

Je nach vereinbarten Beobachtungsschwerpunkt können die Fragen zur Selbstreflexion variieren, beispielsweise können konkretere Rückmeldungen zu der eigenen Leitungsfunktion und Gruppendynamik fokussiert werden.

Auch hier macht die Beobachtungsperson Notizen und geht auf die Fragen oder Wahrnehmungen anschließend ein. Außerdem werden alle thematischen Blöcke des Beobachtungsprotokolls thematisiert und Feedback konstruktiv und wertschätzend formuliert. Dies bezieht sich vorrangig auf die gewünschten Aspekte (z.B. Präsentationsstil; methodisch-didaktischer Ablauf; etc.). Wenn keine Fragen mehr offen sind, endet das Feedbackgespräch und der Tutor oder die Tutorin erhält im Anschluss das Hospitationsprotokoll zur eigenen Ergebnissicherung per E-Mail zugesendet.

Für alle genannten Schritte bestehen bereits Vorlagen, die derzeit überarbeitet und vereinheitlicht werden, um durchgängig eine hohe Beobachtungs- und Rückmeldequalität zu erlangen.

Hierbei ist zu beachten, dass die Konfrontation der hospitierten Person mit dem „Blinden Fleck“ zu einer emotionalen Situation mit unangenehmen Gefühlen führen kann. Daher ist es wichtig zu betonen, dass kein subjektiver Bewertungsprozess, sondern eine objektive

Beobachtung nach vorher festgelegten Kriterien stattfindet, um abgewehrte oder unbewusste Aspekte der Lehrfunktion transparent darzustellen und hieraus verschiedene Unterstützungsangebote für den Tutor bzw. die Tutorin abzuleiten.

Jeder einzelne dargestellte Schritt erfordert Expertise, die durch geschulte oder entsprechend ausgebildete Hospitierende realisiert wird. Wenn die Hospitation als „Kollegiale Hospitation“ durch Peers umgesetzt wird, erhöht sich zudem das Commitment der hospitierten Person.

6. Ein Fallbeispiel

Der folgende Fall ermöglicht Einblicke in die Lehrrealität eines Tutors im ingenieurwissenschaftlichen Bereich der Technischen Universität Dresden und zeigt zugleich, was wichtige Stellschrauben in der didaktischen Ausbildung von Tutorinnen und Tutoren sind.

Im Sommersemester 2023 wurde in einer Übung an der Fakultät Maschinenwesen hospitiert. Im Vorgespräch wurde der Wunsch geäußert, Ideen für mehr Interaktion zwischen den Studierenden und dem Tutor zu erhalten. Oftmals würden sich Studierende nicht zu Wort melden, selbst wenn eigentlich Fragen bestünden. Daher sei die Beziehungsgestaltung interessant, um die Offenheit, Mitarbeit und Barrieren der Teilnehmenden genauer zu untersuchen.

Gleich zu Beginn des Tutoriums wies der Tutor verabredungsgemäß auf die Hospitation hin und das Tutorium startete. Es waren ca. 35 Studierende vor Ort und es handelte sich um das zweite und laut Einschätzung des Tutors „lautere“ Tutorium an diesem Nachmittag. Nach einem inhaltlichen Rückblick und einer Einordnung der Thematik wurde ein Ausblick auf die Stunde gegeben. Währenddessen blieben Türen und Fenster des großen Seminarraums offenstehen – Studierende kamen und gingen. Je weiter hinten, desto lauter waren die Nebengespräche.

Der Tutor verwendete als Arbeitsgegenstand ein Tablet, um seine Inhalte per Beamerpräsentation zu veranschaulichen. Er machte auf dem Tablet stets mit Markierungen, die kurz

stehen blieben und anschließend wieder verschwanden, deutlich, worüber er gerade sprach. Dies führte zu dem Effekt, dass er vorrangig auf das Tablet schaute und kaum in direktem Blickkontakt mit den Studierenden war. Es gab kurze Frage-Antwort-Dialoge, die zwischen ihm und Studierenden in der vorderen Sitzreihe stattfanden. Die Dialoge waren aufgrund der unruhigen Arbeitsatmosphäre hinten im Raum nicht mehr zu verstehen. Der Tutor wiederholte keine Fragen oder Antworten und es gab auch keine Nachfrage diesbezüglich von den Studierenden. Außerdem fanden sich in den Präsentationsunterlagen zahlreiche Rechtschreibfehler.

Auf Nachfrage ergab sich, dass der Tutor Unterlagen seiner Vorgänger nutzte und die Fehler nicht bemerkt hatte. Auch darauf machte ihn niemand im Publikum aufmerksam.

Es folgte nach einer halbstündigen Einführung ins Thema eine Übungseinheit der Studierenden, in der sie selbständig die eben gezeigten Schritte im Übungsheft erarbeiten sollten. Es gab keine didaktischen Hinweise, wie das erfolgen sollte bzw. welche Arbeits- oder Sozialformen zugrunde liegen (in Einzelarbeit, in Partnerarbeit oder in Gruppenarbeit). Der Tutor ging zwischen den Reihen durch und beantwortete leise Fragen.

Anschließend wurde die Übungsstunde insgesamt noch einmal inhaltlich zusammengefasst und ein Ausblick auf die nächsten Inhalte gegeben.

7. Auswertung

Im sich direkt anschließenden Feedbackgespräch erkannte der Tutor selbst ein paar der genannten Störfaktoren (beispielsweise Unruhe im Raum und wenig Interaktionen). Schließlich konnten gemeinsam wichtige Stellschrauben für mehr Ruhe im Raum als Basis und Qualitätsaspekt für „gute Lehre“ erfasst werden:

1. Klaren Start und Ende des Tutoriums kommunizieren und wichtige inhaltliche Sequenzen über Körper-Raum-Präsenz signalisieren: Tür deutlich schließen und vorn stehen, die Teilnehmenden anschauen und freundlich-bestimmt einen guten Tag wünschen, um zu starten.

2. Klare Regeln etablieren: Bitte kommt pünktlich und gebt mir Bescheid, falls ihr eher gehen müsst. Auch Abmeldungen im Krankheitsfall sind relevant, um mehr Planungssicherheit zu erhalten.
3. Präsenz in Form von Mimik und Gestik im gesamten Raum zeigen: Herumgehen beim Erzählen bindet hinten sitzenden Teilnehmende ein und versucht ein aktives Miteinander zu schaffen.
4. Fragen der Teilnehmenden wiederholen, falls diese leise waren. Hinten sitzende Studierende fragen, ob die Fragen verständlich sind und Rückmeldungen von Teilnehmenden einbeziehen.
5. Teilnehmende durch eine ansprechende methodische Gestaltung aktiv einbeziehen. Zum Beispiel durch den Einbezug von Fragen („Weiß jemand von Euch bereits die Antwort?“), um an Vorwissen anzuknüpfen.
6. Anleitung von Gruppenarbeitsformen: zu Gruppenarbeit anregen, konkrete kleinschrittige Anweisungen geben, so aktive und passive kürzere Lernphasen im Tutorium etablieren und Lernprozesse im Peer-Format unterstützen.

Es wurde angeregt, dass sich der Tutor genau einen neuen umzusetzenden Aspekt für sein nächstes Tutorium als Ziel vornimmt, diesen umzusetzen (z.B. mehr Präsenz im Raum signalisieren, während des Erzählens). In den nächsten Sitzungen könnten dann weitere Aspekte aufgegriffen und im Tutorium realisiert werden. Beispielsweise Fragen so zu formulieren, dass sie offenbleiben: „Welche Gedanken kommen Euch zu diesem Thema?“ statt „Habt ihr noch Fragen?“).

8. Fazit

Im Rückblick wird deutlich, dass eine kollegiale Hospitation auf Peer-Ebene einen Austausch auf Augenhöhe ermöglicht. Hierdurch können „Blinde Flecke“ der eigenen Lehrtätigkeit transparent im Feedbackgespräch thematisiert werden. Auch die mögliche Diskrepanz zwischen Selbst- und Fremdwahrnehmung (der Lehrtätigkeit) wird durch den Perspektivwechsel durchbrochen. Mit diesem Vorgehen lassen sich didaktische Stellschrauben zukünftig auf-

decken und der eigene Lehrstil kann durch Anwendung der Stellschrauben zum Positiven verändert werden. Zeitgleich wirkt eine didaktisch gut durchgeführte Lehre auf Peer-Ebene motivierend, um wieder in Präsenz an Veranstaltungen teilzunehmen.

Literatur

- [1] Sälzle, S. et al. (2021): Entwicklungspfade für Hochschule und Lehre nach der Corona-Pandemie. 1. Aufl. Baden-Baden: Tectum.
- [2] Krappmann, L. & Oswald, H. 1995. Unsichtbar durch Sichtbarkeit: Der teilnehmende Beobachter im Klassenzimmer. In: Imke Behnken und Olga (Hg.) Kindheit und Schule. Weinheim: Beltz, 39-50.
- [3] Koenen, S., 2019, Kollegiale Hospitation im Unterricht. GRIN Verlag, <https://www.grin.com/document/497887> (23.06.2023)
- [4] Luft, J. & Ingham, H.: The Johari window, a graphic model of interpersonal awareness. In: Proceedings of the western training laboratory in group development, Los Angeles: UCLA, 1955.
- [5] Wisniewski & Zierer. 2018. Visible Feedback Ein Leitfaden für erfolgreiches Unterrichts-feedback. Schneider Verlag.
- [6] Universität Osnabrück: Wie wird die kollegiale Hospitation durchgeführt? In: <https://www.uni-osnabrueck.de/studium/im-studium/professionalisierung/tutoren-und-multiplikatorenprogramm/angebote-fuer-tutorinnen/#c14890> [23.06.2023]