



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN

Fakultät Maschinenwesen

Lessons Learned VI



Spin Offs
digitaler Lehrerfahrungen

Book of Abstracts

Lessons Learned VI

wird durchgeführt mit freundlicher Unterstützung
durch das



Hochschulforum Digitalisierung

der
Hochschulrektorenkonferenz

Lessons Learned VI– Spin Offs digitaler Lehrerferahrungen

Dresden, 07.-09. August 2024



Mittwoch, 07. August

11:00 Eröffnung

11:30

- 11:30 J. Brose
Chat mit Daten – In natürlicher Sprache von Messwerten zum Ergebnisplot
- 11:55 A. R. Sprenger, A. M. Menzel
Versuch der Integration von ChatGPT in den Übungsbetrieb der Theoretischen Physik
- 12:20 M. Kutzt, C. Kirvel, N. Modler, M. Gude
Ein Einblick in das Nutzungsverhalten von Studierenden in Bezug zu KI- und Simulationsmethoden

12:45 Mittagspause

14:00

- 14:00 N. Becker, S. Schumann, P. Tunsch, B. Schlecht
Der Konstruktionsbeleg – zwischen Papierzeichnung und Programmierung
- 14:25 F. Hilbert, U. Schmidt und M. Wollschlaeger
Einsatz von Continuous Integration (CI) zur Unterstützung der Informatik Grundausbildung im Maschinenwesen
- 14:50 T. Rosenlöcher, B. Schlecht
Belegarbeit Maschinenelemente

15:15 Kaffeepause und Poster

15:45

- 15:45 J. Schmidt, S. Pannasch
*Selbstgesteuertes Lernen und Prüfen in der Vorlesung
Ingenieurpsychologie*
- 16:10 S. Odenbach
*Rückgang der Präsenzbeteiligung in einer Grundlagenvorlesung
– ein Konzept für eine Zukunft des akademischen Diskurses in
Präsenz*

16:35 Diskussionsrunde zur Zukunft der Präsenzlehre

**17:30 Tagesabschluss mit Postern, Bier, Brezeln und
Gesprächen...**

Donnerstag, 08. August

09:00

- 9:00 Ch. Kautz
*Lässt sich die Wirksamkeit aktivierender Lehrformen in MINT-Fächern nachweisen?
Ein Vorschlag zur Evidenzbasierung der Hochschullehre*
- 9:55 P. Fehlinger, S. Becker-Genschow, B. Watzka
Blickverhalten als Schlüssel zur Offenlegung von Lösungsstrategien und kognitiven Verarbeitungsprozessen beim Interpretieren von Graphen
- 10:20 H. E. Jüngst
Ein bisschen Twine muss sein!

10:45 Kaffeepause und Poster

11:30

- 11:30 R. C. Schuppe
Blended Learning auf Basis virtueller Exkursionen
- 11:55 B. Schlegel
Anne und ihr Traum vom lebenslangen Lernen
- 12:20 S. Berendes, U. Reckzeh-Stein
Netzwerkarbeit als Multiplikator innovativer Lehre am Beispiel von HFDlocal

12:45 Mittagspause

14:00 Workshops

18:15 Tagesabschluss mit Grill und Gesprächen...

Freitag, 09. August

09:00

- 9:00 C. Breitkopf
*Virtuelle Praktika und barrierefreie Dokumente für die
Grundlagenvorlesung Thermodynamik*
- 9:25 C. Wermann, G. Wegner
*Studentische Perspektiven auf Lernhindernisse in
ingenieurwissenschaftlichen Praktika: Einblicke einer
sachsenweiten Umfrage*
- 9:50 J. Franke
ELN 4 Learning – Elektronische Laborbücher in der Lehre nutzen

10:15

Kaffeepause und Poster

11:00

- 11:00 H. Saeed, A. Naake, Y. Kyosev
*Challenges during the implementation of multilingual clothing
engineering courses in the online learning platform Moodle*
- 11:25 S. Schellhammer
*Make it count: Publish your good didactic practices in peer-
reviewed journals*

11:50

Abschluss

Inhalt

Becker, N., Schumann, S., Tunsch, P., Schlecht, B. <i>Der Konstruktionsbeleg – zwischen Papierzeichnung und Programmierung</i>	1
Berendes, S., Reckzeh-Stein, U. <i>Netzwerkarbeit als Multiplikator innovativer Lehre am Beispiel von HFDlocal</i>	5
Breitkopf, C. <i>Virtuelle Praktika und barrierefreie Dokumente für die Grundlagenvorlesung Thermodynamik</i>	8
Brose, J. <i>Chat mit Daten – In natürlicher Sprache von Messwerten zum Ergebnisplot</i>	10
Fehlinger, P., Becker-Genschow, S., Watzka, B. <i>Blickverhalten als Schlüssel zur Offenlegung von Lösungsstrategien und kognitiven Verarbeitungsprozessen beim Interpretieren von Graphen</i>	13
Franke, J. <i>ELN 4 Learning - Elektronische Laborbücher in der Lehre nutzen</i>	15
Guder, C., Wiesmann, H.-P., Kruppke, B. <i>Agiles Lehrkonzept als EUTOPIA-Startpunkt</i>	19
Hilbert, F., Schmidt, U., Wollschlaeger, M. <i>Einsatz von Continuous Integration (CI) zur Unterstützung der Informatik Grundausbildung im Maschinenwesen</i>	21
Jüngst, H. E. <i>Ein bisschen Twine muss sein!</i>	25
Kautz, C. <i>Lässt sich die Wirksamkeit aktivierender Lehrformen in MINT-Fächern nachweisen? Ein Vorschlag zur Evidenzbasierung der Hochschullehre</i>	26
Kuhtz, M., Kirvel, C., Modler, N., Gude, M. <i>Ein Einblick in das Nutzungsverhalten von Studierenden in Bezug zu KI- und Simulationsmethoden</i>	27
Odenbach, S. <i>Rückgang der Präsenzbeteiligung in einer Grundlagenvorlesung – ein Konzept für eine Zukunft des akademischen Diskurses in Präsenz</i>	29
Rosenlöcher, T., Schlecht, B. <i>Belegarbeit Maschinenelemente</i>	32
Saeed, H., Naake, A., Kyosev, Y. <i>Challenges during the implementation of multilingual clothing engineering courses in the online learning platform Moodle</i>	35

Schellhammer, S. <i>Make it count: Publish your good didactic practices in peer-reviewed journals</i>	36
Schlegel, B. <i>Anne und ihr Traum vom lebenslangen Lernen</i>	39
Schmidt, J., Pannasch, S. <i>Selbstgesteuertes Lernen und Prüfen in der Vorlesung Ingenieurpsychologie</i>	41
Schuppe, R. C. <i>Blended Learning auf Basis virtueller Exkursionen</i>	45
Sprenger, A. R., Menzel, A. M. <i>Versuch der Integration von ChatGPT in den Übungsbetrieb der Theoretischen Physik</i>	48
Wermann, C., Wegner, G. <i>Studentische Perspektiven auf Lernhindernisse in ingenieurwissenschaftlichen Praktika: Einblicke einer sachsenweiten Umfrage</i>	50

Der Konstruktionsbeleg – zwischen Papierzeichnung und Programmierung

N. Becker, S. Schumann, P. Tunsch, B. Schlecht

Professur für Maschinenelemente, Institut für Maschinenelemente und Maschinenkonstruktion, Fakultät Maschinenwesen, Technische Universität Dresden

Einleitung

Der Konstruktionsbeleg wird im Hauptstudium des Studiengangs Maschinenbau der Technischen Universität Dresden angeboten und richtet sich vornehmlich an Studierende der Vertiefungsrichtungen „Allgemeiner und konstruktiver Maschinenbau“ und „Kraftfahrzeug- und Schienenfahrzeugtechnik“. Ziel der Lehrveranstaltung ist die Vermittlung von Kenntnissen zur Projektierung, Dimensionierung und konstruktiven Umsetzung komplexer Antriebs Elemente [1].

Hierzu ist ein semesterbegleitender Beleg zu bearbeiten, in dem ein vollständiges Getriebe auf Basis grundlegender Anforderungen ausgelegt und konstruiert werden muss. Zur Begleitung des Beleges ist eine wöchentliche Konsultation vorgesehen. Am Ende der Vorlesungszeit sind die Berechnungsdokumentation sowie die Zeichnungen des Getriebes abzugeben und werden bewertet. Der folgende Beitrag konzentriert sich auf die Umsetzung eines aktualisierten Konzepts für die Dokumentation und Kontrolle der Berechnungsunterlagen.

Ausgangslage und Zielsetzung

Die Lehrveranstaltung wurde über mehrere Jahre mit gleichbleibenden Modalitäten durchgeführt. Die vollständige Dokumentation musste dabei in Papierform abgegeben werden. In Hinblick auf die im Fach Informatik vermittelten Kenntnisse wurde den Studierenden empfohlen, die Berechnung mithilfe des Programms MathCAD [2] anzufertigen und diese anschließend zu drucken. Die Nutzung eines Berechnungsprogramms ermöglicht es, konstruktive Änderungen einfach in die Berechnung einzupflegen.

Für die Zeichnungen wurde, nach einer ersten händisch angefertigten Entwurfs-skizze, eine Ausführung als CAD-Zeichnung gefordert.

Verschiedene Faktoren machten eine Anpassung des Belegkonzepts erforderlich. Die Lehrveranstaltung Informatik wurde in der Form angepasst, dass statt MathCAD-Kenntnissen Grundkenntnisse in der Programmiersprache Matlab [3] vermittelt werden. Diese bietet deutlich mehr Anwendungsmöglichkeiten als MathCAD. Es erscheint daher sinnvoll, im Rahmen des Konstruktionsbelegs auf diesen Vorkenntnissen aufzubauen und diese anhand eines umfangreichen Projekts zu vertiefen. Da die Abgabe des Matlab-Codes in Papierform wenig sinnvoll ist, wurde zudem das Ziel gesetzt, die Abgabe der Berechnungsdokumentation zu digitalisieren.

Die digitale Abgabe der Berechnung ist weiterhin Voraussetzung für die angestrebte automatisierte Kontrolle der Berechnungsergebnisse. Dieses Ziel wurde gesetzt, da die sorgfältige, manuelle Kontrolle der Berechnungen aufgrund des Umfangs, unterschiedlicher Getriebe- und Leistungsvarianten sowie der Gestaltungsfreiheit der Studierenden einen erheblichen Arbeitsaufwand erfordert.

Für die Zeichnungen wurde beschlossen, die Abgabe in Papierform und die Anfertigung einer Entwurfsskizze beizubehalten. Dies soll vor allem die Fähigkeit der Studierenden fördern, technische Sachverhalte mittels Skizzen und Zeichnungen darzustellen und zu kommunizieren.

Initiale Überarbeitung

Mit der Umsetzung des aktualisierten Konzepts wurde im Wintersemester 2022/23 begonnen. Im Vorlauf des Semesters musste dabei zunächst ein Mechanismus zur Übermittlung und Kontrolle der Berechnungsergebnisse entworfen werden. Als Schnittstelle wurde dabei ein Excel-Datenblatt entwickelt, in das die Studierenden ihre Auslegungsgrößen und Ergebnisse manuell oder automatisiert aus dem Matlab-Skript eintragen. Zur Kontrolle werden die Daten von einem

Matlab-Kontrollskript automatisch ausgelesen. Da die Nachrechnung mehrere Maschinenelemente (Wellen, Verzahnungen, Welle-Nabe-Verbindungen, Lager) umfasst und die Studierenden innerhalb ihrer Variante Gestaltungsfreiheit besitzen, musste dabei ein großer Berechnungsumfang abgedeckt werden.

Um dies umzusetzen, wurden zunächst Matlab-Funktionen geschrieben, die den Berechnungsumfang der Maschinenelemente-Arbeitshefte für die geforderten Nachrechnungen vollständig abbilden. Die Funktionen geben dabei das Ergebnis der Nachrechnung sowie ein Array an Zwischenergebnissen zum Nachvollziehen des Berechnungsgangs zurück. Die einzelnen Berechnungsfunktionen werden von einer Hauptfunktion angesteuert, welche die Ergebnisse aus dem Excel-Datenblatt ausliest und an die jeweils benötigten Berechnungsfunktionen übergibt. Anschließend werden die Ergebnisse verglichen und automatisiert Punkte auf Basis vorher festgelegter Toleranzen vergeben. Die Punktzahl für die einzelnen Nachrechnungen wird anschließend in eine Punktetabelle in Excel eingetragen. Wie in Abbildung 1 dargestellt, ist das Excel-Datenblatt damit die zentrale Schnittstelle zur Kommunikation der Ergebnisse zwischen den Matlab-Skripten.

Die Abbildung des Arbeitsheftes in Matlab-Funktionen erlaubt neben der Nutzung im Konstruktionsbeleg auch eine einfachere Berechnung von Übungs- oder Prüfungsaufgaben für andere Lehrveranstaltungen. Der Matlab-Code wird daher über ein Gitlab-Repository verwaltet, auf das die gesamte Professur Zugriff hat.



Abbildung 1: Struktur der digitalen Berechnungsdokumentation, -kommunikation und -kontrolle.

Während des Semesters wurden die Konsultationen um kurze Einführungspräsentationen erweitert. Diese sollten vornehmlich dazu dienen, den Studierenden eine zeitliche Orientierung für den Bearbeitungsstand des Belegs zu geben. In den Präsentationen wurden zudem zur Bearbeitung erforderliche Grundlagen

vermittelt und aufgefrischt, sowie Exkurse zu aktuellen Forschungsthemen im Gebiet dargestellt.

Unmittelbar zu Beginn des Semesters stellte sich heraus, dass die Umstellung des Informatikmoduls auf Matlab später als angenommen erfolgte und daher keine Matlab-Kenntnisse beim aktuellen Jahrgang vorlagen. Um diesem Umstand zu begegnen, wurde dem Konstruktionsbeleg eine kurze Einführung in Matlab hinzugefügt, in der die zur Bearbeitung erforderlichen Grundkenntnisse vermittelt wurden. Weiterhin wurde die Nutzung von Matlab durch die Studierenden zunächst auf freiwilliger Basis umgesetzt und in der Kontrolle mit Zusatzpunkten bewertet.

Weiterhin wurde zu Semesterbeginn ein Selbsttest im OPAL bereitgestellt, mit dem die Studierende Faktoren für die Lastannahme überprüfen konnten, welche die Grundlage für alle weiteren Berechnungen darstellen.

Die Abgabe des Belegs am Semesterende erfolgte in zwei Teilen. Die Zeichnungen mussten gedruckt in der letzten Konsultation abgegeben werden, während die ausgefüllten Excel-Datenblätter sowie die zur Berechnung erstellten Matlab-Skripte via OPAL abgegeben werden mussten. Sämtliche abgegebene Dateien können als Archiv aus OPAL exportiert und der Kontrolle zugeführt werden.

In der Kontrolle und Auswertung konnte festgestellt werden, dass die Ergebnisse des Berechnungsteils sehr mangelhaft waren. Dies lag vor allem darin begründet, dass sich schnell kleinere Fehler in die komplexe Berechnung eingeschlichen hatten, aufgrund der Komplexität in der automatischen Nachrechnung jedoch keine Folgefehlerregel angewendet werden konnte.

Um studentisches Feedback zu den durchgeführten Änderungen einzuholen, wurde eine Evaluation über eine OPAL-Umfrage durchgeführt. Insgesamt wurde die Lehrveranstaltung dabei größtenteils positiv bewertet. Insbesondere die Nutzung von Matlab und die dafür erforderliche Einarbeitung in das Programm wurden positiv hervorgehoben. Weiterhin wurde auch die Form der Konsultationen mit Präsentationen mit Soll-Bearbeitungsständen positiv aufgenommen.

Kritik gab es insbesondere für den hohen Aufwand der für die Bearbeitung und die damit verbundene Einarbeitung in Matlab

erforderlich war. Zudem wurde bemängelt, dass die Wertung des Berechnungsteils mit 20 % der Gesamtpunktzahl in keinem sinnvollen Verhältnis zum dafür erforderlichen Arbeitspensum steht.

Als Wunsch wurde eine ausführlichere Einführung in die Arbeit mit Matlab am häufigsten genannt.

Weitere Anpassung

Auf Basis der Erfahrungen und des Feedbacks aus dem Wintersemester 2022/23 wurde der Konstruktionsbeleg weiter angepasst.

In Vorbereitung des Semesters wurde zunächst beschlossen, die Wichtung des Berechnungsteils auf 40 % der Gesamtpunktzahl anzuheben, um dem dafür erforderlichen Aufwand zu entsprechen. Um bessere Berechnungsergebnisse zu ermöglichen, wurde beschlossen, mehrere Zwischenabgaben einzuführen, in denen die Studierenden ihren aktuellen Berechnungsstand einreichen und kontrollieren lassen können.

Im Zuge dessen wurde das Datenblatt überarbeitet, um mehr Zwischenergebnisse abzufragen und so das Auftreten eines Fehlers deutlicher darstellen und erkennen zu können. Da das Datenblatt wieder an die Studierenden zurückgegeben wird, wurde zudem eine Eintragung der erreichten Punkte direkt am entsprechenden Ergebnis eingeführt und eine Zusammenfassung der Punkte für die einzelnen Maschinenelemente dargestellt. Das Kontrollskript wurde zudem ertüchtigt, die Ergebniszellen in Abhängigkeit von der Abweichung zwischen dem studentischen Ergebnis und dem Ergebnis des Kontrollskripts entsprechend einer Farbskala einzufärben. Auf diese Weise kann die Abweichung zum richtigen Ergebnis kommuniziert werden, ohne das richtige Ergebnis direkt mitzuteilen.

Um die Kontrolle der Abgaben effizient zu gestalten, wurde das Kontrollskript um eine Serienrechnungsfunktion erweitert, die den von OPAL erzeugten Abgabeordner automatisch durcharbeiten kann.

Zu Beginn des Semesters stand erneut die Frage nach den Vorkenntnissen der Studierenden in Bezug auf Matlab im Raum. Um hier genauere Daten auch hinsichtlich der Wünsche der Studierenden zu erhalten, wurde eine OPAL-Umfrage durchgeführt. Mit etwa zwei Dritteln gab auch in diesem Semester erneut eine deutliche

Mehrheit der Studierenden an, keine Matlab-Kenntnisse zu besitzen. Mit ca. 53 % wünschte sich eine knappe Mehrheit der Studierenden eine Einführung in die für den Konstruktionsbeleg erforderlichen Funktionen, gefolgt von ca. 36 % der Studierenden, die sich eine grundlegende Einführung in die Thematik wünschten. Auf Grundlage dieser Daten wurde beschlossen, die Einführung in der Konsultation auf die für den Beleg relevanten Themen zu beschränken und für eine grundlegendere Einarbeitung auf Materialien zum Selbststudium zu verweisen.

Auf Basis der Rückmeldungen der Studierenden wurden die Inhalte der semesterbegleitenden Präsentationen neu aufgeteilt, um relevante Grundlagen bereits eher darzustellen und eine effektivere Arbeit der Studierenden zu ermöglichen.

Zunächst waren zwei Zwischenabgaben der Berechnung vor Jahreswechsel terminiert, um die Studierenden zu einer zeitnahen Bearbeitung der Nachweise, als Grundlage der Konstruktion des Getriebes, zu motivieren. Auf Basis zahlreicher Wünsche aus der Studierendenschaft und den Ergebnissen der ersten beiden Zwischenabgaben wurde später noch eine dritte Zwischenabgabe, etwa drei Wochen vor der Belegabgabe, angesetzt.

Insgesamt können die Zwischenabgaben als Erfolg gewertet werden. Das Angebot wurde von den Studierenden gut angenommen, bei 37 abgegebenen Belegen nutzten jeweils 27 bis 30 Studierende die Zwischenabgaben. Die Suche der Studierenden nach Ursachen für Rechenfehler führte zu einer deutlich intensiveren Auseinandersetzung mit der Berechnung im Vergleich zum vorherigen Jahr. Durch diese intensive Arbeit konnten zudem noch einzelne Fehler in den Kontrollskripten aufgedeckt werden. Über die Zwischenabgaben konnte generell eine Verbesserung der Punktzahl bei den teilnehmenden Studierenden beobachtet werden. In Abbildung 2 ist die erreichte Punktzahl im Berechnungsteil des Belegs über der Anzahl der genutzten Zwischenabgaben dargestellt. Es lässt sich erkennen, dass die Teilnahme an mehreren Zwischenabgaben üblicherweise mit höheren Punktzahlen einhergeht.

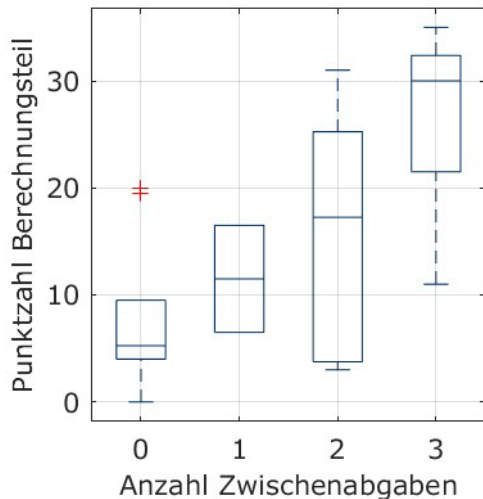


Abbildung 2: Erreichte Punktzahl im Berechnungsteil in Abhängigkeit der genutzten Zwischenabgaben ($N = 37$).

Zusammenfassung und Ausblick

Im Laufe von zwei Semestern wurde der Berechnungsteil der Lehrveranstaltung Konstruktionsbeleg von einer Abgabe in Papierform auf eine digitale Abgabe umgestellt. Auf Basis eines Excel-Datenblatts können die Ergebnisse übermittelt und automatisiert kontrolliert werden, so dass eine einfache Kontrolle der durch Variantenvielfalt geprägten Belege möglich ist. In beiden Semestern wurden Evaluationen durchgeführt, um studentisches Feedback einzuholen, auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse soll eine Zusammenfassung und ein Ausblick gegeben werden.

Die Lehrveranstaltung wird überwiegend positiv von den Studierenden bewertet. Die Nutzung von Matlab zur digitalen Berechnung wurde positiv von den Studierenden aufgenommen und als Grundlage für spätere Arbeiten im Rahmen von Belegarbeiten und Ähnlichem verstanden. Auch die eingeführten Zwischenabgaben wurden positiv bewertet und führen zu einer intensiveren Auseinandersetzung mit der Berechnung. Die Form der Konsultationen mit kurzen Präsentationen und einem Soll-Bearbeitungsstand sowie die Nutzung des OPAL-Forums zur Beantwortung von Fragen fanden Eingang in positives Feedback.

Die aktuellen Hauptkritikpunkte beziehen sich vor allem auf das Anleitungsmaterial und die Darstellung von Ergebnisabweichungen im Datenblatt. Eine Überarbeitung und Vereinheitlichung der Beleganleitung findet aktuell in Vorbereitung des nächsten Semesters statt. Auch die Markierung der Fehler soll weiter überarbeitet werden, um Abweichungen intuitiver darstellen zu können.

Als weitere Kritik wurde häufig der hohe Aufwand für den Beleg und die Einarbeitung in Matlab genannt, hier wird voraussichtlich die Vermittlung von Matlab-Grundkenntnissen in Informatik in Zukunft etwas Abhilfe schaffen.

Insgesamt kann die Verbindung papierbasierter Zeichnungen mit einer digitalen Berechnungsdokumentation als tragbares Konzept für die Lehrveranstaltung angesehen werden. Neben der Vermittlung von Fähigkeiten in der Konstruktion und Auslegung von Getrieben können die Studierenden so auch ihre Programmierkenntnisse vertiefen.

Insgesamt kann die Verbindung papierbasierter Zeichnungen mit einer digitalen Berechnungsdokumentation als tragbares Konzept für die Lehrveranstaltung angesehen werden. Neben der Vermittlung von Fähigkeiten in der Konstruktion und Auslegung von Getrieben können die Studierenden so auch ihre Programmierkenntnisse vertiefen.

Literatur

- [1] Technische Universität Dresden, Fakultät Maschinenwesen, Studienordnung für den Diplomstudiengang Maschinenbau. 17. Mai 2019.
- [2] Mathcad: Mathematische Software für technische Berechnungen | Mathcad. <https://www.mathcad.com/de> (zugegriffen 19. Juni 2024).
- [3] MATLAB. <https://de.mathworks.com/products/matlab.html> (zugegriffen 19. Juni 2024).

Netzwerkarbeit als Multiplikator innovativer Lehre am Beispiel von HFDlocal

S. Berendes, U. Reckzeh-Stein

Hochschulforum Digitalisierung, Hochschulrektorenkonferenz

Hört man von innovativer Lehre, denkt man schnell an den Einsatz technischer Hilfsmittel. Man denkt an Digitalisierung und digitale Tools, an Remote- und Hybrid-Veranstaltungen und an den Einsatz künstlicher Intelligenz. In der Tat muss sich die Lehre den Bedingungen der Gegenwart stellen und die genannten technischen Entwicklungen berücksichtigen und idealerweise gewinnbringend für sich nutzbar machen.

Auf der Suche nach dem Wesen innovativer Lehre wird man sich jedoch zuerst der Frage stellen müssen, was "gute Lehre" ausmacht und dann weiterfragen, wie sie (bei sich ändernden Bedingungen) gut bleiben und sich vielleicht noch verbessern kann.

Zahlreiche Projekte, Initiativen und Mitarbeitende widmen sich den genannten Bereichen, indem sie zum Beispiel regelmäßig Beiträge zur Umsetzungsbegleitung und zur nachhaltigen Aufbereitung von Anleitungen und weiteren hilfreichen Materialien leisten.

Was aber, wenn die Materialien die Zielgruppen gar nicht erreichen? Was, wenn die besten Ergebnisse von Arbeitsgruppen und Support-Initiativen an logischen Grenzen das Ende ihrer Reichweite erreichen?

Der Wert von Koordination und Vernetzung darf nicht unterschätzt werden.

Dieser Aufgabe stellt sich das Hochschulforum Digitalisierung (HFD [1]) als überregionaler Hub für alle Fragen der innovativen Hochschullehre. Hier werden einerseits gesellschaftliche und technologische Entwicklungen beobachtet und diskutiert, wie sie sich auf Lehr- Lernumgebungen im dt. Hochschulraum auswirken. Andererseits will das HFD den Hochschulen die Ergebnisse und Schlüsse aus diesen Beobachtungen und Diskussionen schnell und präzise zugänglich machen. Dabei ist es in erster Linie genau das: ein Forum. Ein Resonanzraum für alle Statusgruppen

der Hochschulen. Allein dieses Selbstverständnis als Mittel von Innovationsbegleitung zeigt zwangsläufig im Laufe der Zeit, wo das Netz aus Beratung, Entwicklung, Umsetzungsbegleitung und Vernetzung zu weite Maschen bildet, welche Bedarfe also vom HFD und anderen Institutionen weiterhin nicht gedeckt werden. Einerseits horizontal in den Unterschieden der Fachkulturen, denn nicht alle Ideen oder Good-Practice-Beispiele zur innovativen Lehre können auf alle Fachbereiche und ihre Bedingungen übertragen werden. Andererseits auf vertikaler Ebene unter unterschiedlichen regionalen Bedingungen. Hinzu kommt die unterschiedliche Ausstattung der Hochschulen und der sehr verschiedenen Infrastrukturen (etwa hinsichtlich Support-Einrichtungen) in den Bundesländern, was die Begleitung und Vernetzung von Lehrenden zu Fragen digital gestützter Lehre angeht.

Als Antwort auf diese Herausforderungen bildete das HFD zum einen die Formate Fachbereichsberatung und Digitalisierung der Fachbereiche – und zum anderen HFDlocal, das sich zum Ziel gesetzt hat, genaue Kenntnisse und damit Wertschätzung von regionalen Strukturen zu erlangen und sichtbar zu machen. Erste Ansprechpartner bilden dabei die Landesinitiativen (NeL). Aber auch interessante Ansätze, Materialsammlungen und Projekte sollen sichtbar und einer größeren Community zugänglich gemacht werden. In vielen Fällen unterstützt HFDlocal dabei konkrete Veranstaltungen von regionalen Peers und kann Ergebnisse und Kontakt wiederum an eine Zielgruppe vermitteln, die ohne diese Vernetzung schwer Zugang zur gesuchten Expertise erhalten hätte.

Anhand eines Beispiels zeigen wir hier, wie HFDlocal mit anderen Formaten des HFD für einen Mehrwert für alle Peers innerhalb und außerhalb der Community werden kann. Dabei werden HFD-Formate

genannt, die in Zusammenhang mit Maschinenbau und Ing.-Wissenschaften stehen:

- Um die Bedingungen der Digitalisierung abbilden zu können und durch Fachexpertise aus den Statusgruppen der Fachkultur einen Überblick generieren zu können, bildet sich die Arbeitsgruppe *Digitalisierung in den Fachbereichen* (DiF-AG [4]) mit dem Ziel, am Ende eine Handreichung vorzulegen. Peers aus der Fachrichtung und vergleichbaren Ingenieurwissenschaften finden hier eine übergeordnete Verortung, Praxisbeispiele und Handlungsempfehlungen ([Handreichung Maschinenbau](#) [3]).
- Durch die AG-Mitglieder ergeben sich für das HFD Kontakte und Verknüpfungen, die Einblicke in verschiedene Hochschulregionen und -projekte bietet. So entstand (dank Prof. Dr. Odenbach, AG-Mitglied aus DiF- Maschinenbau) die Kooperation mit der Lessons Learned Conference.
- Diese Konferenzen für Mitglieder des eigenen Fachbereiches widmen sich praktischen Fragen der Lehrentwicklung und den Herausforderungen, die beispielsweise KI den etablierten Lehr-/Lern- und Leitungsstrukturen stellt.

Ab hier greift das Vernetzungsformat HFDlocal:

HFDlocal kann hier als Partner wirken und ganz grundsätzlich die Veranstaltungen bei der Umsetzung der Konferenz unterstützen. Dazu kommt, dass das Format Kontakte zu Expertinnen und Experten ermöglicht, da das HFD Arbeitsgruppen zu aktuell entscheidenden Themen wie KI oder digitaler Souveränität an Hochschulen unterhält. Gleichzeitig werden die fachspezifischen Publikationen (wie die Handreichung zur Digitalisierung im Maschinenbau) an die ureigenste Zielgruppe ausgegeben.

Für das HFD selbst ergibt sich aus der Kooperation auf solch einer Tagung ein neuer Kontakt-Horizont, von dem es zehren kann, wenn die Expertise für neue Arbeitsgruppen gesucht wird oder sich

spannende Methoden und Projekte vorstellen, die eine größere Reichweite verdient hätten.

Da HFDlocal stets versucht, bestmöglich die vorhandenen lokalen Infrastrukturen von Support-Einrichtungen einzubeziehen (allen voran die jeweiligen Landesinitiativen), kommt manchmal zum allerersten Mal Einrichtungen und Zielgruppen in Kontakt, die eigentlich in unmittelbarer Nähe stehen, aber aneinander vorbei wirken. So haben viele Lehrende häufig eigene Lösungen erarbeitet und sich autodidaktisch und unentgeltlich weitergebildet, während vor Ort Einrichtungen existieren, die ihnen genau hier Unterstützung hätten liefern können. Genau diese unsichtbare Barriere aus Lehrenden (Praktiker) und Unterstützenden, die bereits seit vielen Jahren etabliert und engagiert Lösungsansätze und Umsetzungsbegleitung bieten, versucht der Netzwerkansatz von HFDlocal zu durchbrechen.

HFDlocal dient hier als Beispiel, wie Vernetzung als mehr verstanden werden kann als ein einfacher Austausch von Individuen mit teils überschneidenden Anliegen. Im Gegenteil ist Netzwerkarbeit als essenzieller Teil für das Anliegen zu verstehen, Lehre und Lernen an Hochschulen zukunftsfähig zu machen. Das bedeutet eben nicht, einfach auf jede technische Innovation aufspringen zu müssen oder das Neue immer um der Neuheit Willen zu tun - schlechte Lehre wird nicht gute Lehre, nur weil man sie mit technischen Tools umzäunt. - Vielmehr bedeutet es, das Wesen guter Lehre zu identifizieren, sich den Anfragen durch neue Technologie mündig und gebildet zu stellen (Wie gehen wir beispielsweise mit Prüfungen um, wenn es generative KI gibt?), neue Lebensrealitäten der Studierenden würdigend wahrzunehmen (so müssen sie immer flexibler werden, steuern auf eine ungewisse Zukunft zu und können kaum Aussagen über die Berufsbilder der Zukunft treffen) und an Technik zur Hilfe zu nehmen, was Lehren und Lernen erleichtert und Zugänge schafft.

Dazu existieren unzählige Organisationen, Projekte, Landeseinrichtungen und -plattformen, OER-Sammlungen und Expertinnen und Experten, die sich all diesen Punkten seit Jahren engagiert stellen. Trotzdem investieren Hochschulen, Fakultäten

täten, Lehrstühle oder ganze Bundesländer weiter viele Mittel, Personal und Aufwand in immer neue Stellen und Projekte, die wieder von vorn beginnen müssen, ohne auf die vorhandenen Erkenntnisse (die oft frei zugänglich sind) zurückzugreifen oder auch nur Kenntnis um die Existenz jener zu haben.

HFDlocal und die Netzwerkarbeit insgesamt haben also die Aufgabe, dieses Problem anzugehen. Dazu sei gesagt, dass dadurch nicht an Mitteln eingespart werden kann. Die Kapazitäten, die durch diese Expertise-Vernetzung frei werden, indem nicht an jedem Standort das sprichwörtliche Rad neu erfunden werden muss, werden dringend für vertiefte Weiterentwicklungen aktuellster Fragestellung in Verwaltung, Didaktik, Support und allgemeiner Lehr- Lernentwicklung gebraucht.

Wir sehen darin einen entscheidenden Beitrag zur Nachhaltigkeit für den deutschen Hochschulraum.

Weiter kann diese Vernetzung auch die Keimzelle für finanzielle und strategische Kooperationen sein. Wenn deutsche Hochschulen einerseits zu einer größeren Souveränität und Unabhängigkeit von proprietären (Service-)Anbietern werden wollen und andererseits eigene digitale Infrastrukturen anstreben (von eigenen Serveranlagen über Open-Source-Lösungen bei der Software bis hin zu eigenen KI-Modellen) werden kaum die einzelnen Bundesländer, geschweige denn die jeweiligen Hochschulen, die nötigen Mittel zur Grundfinanzierung solcher Projekte bereitstellen können. Durch Netzwerkarbeit wie die von HFDlocal soll überhaupt ein Bewusstsein für die Dringlichkeit dieser Kooperationen entstehen und außerdem Entscheidungstragende und Beratende zusammenbringen.

Vernetzung ist ein großer Begriff, der häufig mit den Rändern inhaltlich greifbarer Veranstaltungen und Formate assoziiert wird. In Wirklichkeit müssen wir zu einem Bewusstsein dafür kommen, dass Netzwerkarbeit das Fundament aller weiteren Bemühungen um eine zukunftsfähige innovative Lehrentwicklung darstellt. Andernfalls verschwendet der Hochschulstandort Deutschland bei sich beschleunigenden Entwicklungsprozessen in Technologie und Gesellschaft knappe Zeit, Gelder und Expertise!

Was meinen Sie? Kommen Sie im Hochschulforum Digitalisierung mit uns ins Gespräch.

Weiterführende Informationen finden Sie unter [HFDlocal - Hochschulforum Digitalisierung](https://hochschulforumdigitalisierung.de/hfdlocal/). [2]



Abb. 1: HFDlocal – Kooperationsangebot des HFD für regionale Netzwerke, Verbände und Hochschulen

Literatur

- [1] Website HFD: <https://hochschulforumdigitalisierung.de/>
- [2] Website HFDlocal: <https://hochschulforumdigitalisierung.de/hfdlocal/>
- [3] DiF- Handreichung Maschinenbau: https://hochschulforumdigitalisierung.de/sites/default/files/dateien/HFD_AP%2073_Handreichung-DiF-Maschinenbau.pdf
- [4] Website DiF-AG Maschinenbau: <https://hochschulforumdigitalisierung.de/news/neue-handreichung-der-arbeitsgruppe-dif-maschinenbau/>

Virtuelle Praktika und barrierefreie Dokumente für die Grundlagenvorlesung Thermodynamik

C. Breitkopf

Professur für Thermodynamik, Institut für Energietechnik, Maschinenwesen, TU Dresden

Motivation

Die Technische Thermodynamik ist ein zentrales Fach in der Grundlagenausbildung des Maschinenbaus und bildet die Grundlage für weitere Fächer im Laufe des gesamten Studiums. Aufgrund eines historisch geprägten Studienablaufplans sind für dieses Grundlagenfach keine Praktika begleitend zu Vorlesung und Übung vorgesehen. Für ein vertieftes Verständnis thermodynamischer Grundlagen ist dies jedoch nicht akzeptabel. Daher wurde in den letzten Jahren das bereits bestehende Online-Angebot an Übungsaufgaben - *thermoE* - ausgebaut. Außerdem wurde mit der seit Jahren geltenden UN-Behindertenrechtskonvention Maßnahmen notwendig, das Angebot des Vorlesungsskriptes barrierefrei zu gestalten.

Ziele

Ziel war es ein vorlesungsbegleitendes virtuelles Praktikum für das Grundlagenfach Thermodynamik zu erstellen. Das virtuelle Praktikum soll das bereits seit langem erfolgreich laufende Online-Assessment Angebot der Thermodynamik ergänzen. Literatur zu *thermoE* findet sich hier: Vorträge [1,2,3,4], Publikationen [5,6,7,8]. Mehr Informationen sind dazu auch auf der Webseite der Professur zu finden.

Ein weiteres Ziel ist die Erstellung barrierefreier Dokumente, um den Anforderungen an die UN-Behindertenrechtskonvention gerecht zu werden.

thermoE – Kompetenzorientiertes E-Assessment für die Thermodynamik

Das semesterbegleitende Selbstlerntool ist mittlerweile fest in die thematische Abfolge von Vorlesungen und Übungen eingebunden. Selbstlernaufgaben, die das gesamte ONYX-Opal-Spektrum umfassen, ergänzen Vorlesung und Übung sowohl mit theoretischen Fragen als auch

mit Rechenaufgaben. Die sofortige Rückantwort ermöglicht den Studierenden eine Selbstkontrolle und soll das weitere Selbststudium unterstützen, indem weitere Hinweise auf Literatur eingebaut werden. Alle Studierenden haben in ihren Aufgaben eine direkten „Draht“ zu ihren Übungsleiter:innen. Somit können Fragen gezielter in den Übungen behandelt werden. Es hat sich gezeigt, dass mit einer aktiven Assessment-Teilnahme der Studierenden während des gesamten Semesters die Zahl der nicht bestandenen Prüfungen signifikant gesenkt werden konnte. Details dazu können hier nachgelesen werden [1-8].

thermoE – Erweiterung mit virtuellen Praktika

Ein weiterer Schwerpunkt in der Professur wurde auf die Erstellung virtueller Praktika gelegt. Hier steht die besondere Förderung begabter Studierender im Vordergrund, denen über das computergestützte Angebot zusätzlich ein reales Praktikum an eigens dafür angeschafften studentischen Versuchen ermöglicht wird [9]. Die größte Herausforderung für die Umsetzung virtueller Versuche bestand in der begrenzten Verfügbarkeit von Steuerelementen im ONYX-Opal. Daher werden hier vorrangig Python-Elemente genutzt, die via Link aus Opal zugänglich sind, so dass ONYX-Opal lediglich in Form eines Antestates genutzt wird. Details können hier nachgelesen werden [9, 10].

Erstellung barrierefreier Dokumente

Die Anforderungen an das Erstellen barrierefreier Dokumente ist für bereits bestehende Materialien ein Kraftakt, den die Professur mit Hilfe der Unterstützung aus dem Diversity Fonds der TU Dresden angeht. Hier konnten SHK gewonnen werden. Unter Anleitung der Professur wurden Texte vorbereitet, die dann von Mit-

arbeiter:innen der Professur in ein überarbeitetes Vorlesungsskript zur Vorlesung Thermodynamik eingefügt wurden.

Literatur

- [1] Breitkopf, C.: Entwicklung eines kompetenzorientierten E-Assessment für das Fach Technische Thermodynamik – *thermoE*. Vortrag auf 11. Workshop on E-Learning Leipzig, 29.9.2013
- [2] Breitkopf, C.: *thermoE* - Eine online-basierte Prüfung für das Fach Technische Thermodynamik. Vortrag auf OLAT User Day, Dresden, 6.11.2013
- [3] Breitkopf, C.: Vorstellung des Projektes *thermoE* - Entwicklung eines kompetenzorientierten E-Assessment für das Fach Technische Thermodynamik. Vortrag auf Projekttreffen des Netzwerkes der sächsischen Fachhochschulen und Universitäten zum Online-Mathematikangebot, Chemnitz, 11.03.2014
- [4] Breitkopf, C.: Erfahrungen im Rahmen der Umsetzung von E-Assessment in der Vorlesung Technische Thermodynamik im WS 2013/14 und WS 2014/15. Vortrag beim Gemeinsamen Treffen der Arbeitskreise "Mathematik/Physik + E-Learning" und "Innovative Lehre in Informatik und Naturwissenschaften", Zwickau, 04.03.2015
- [5] Freudenreich, Ronny, Lorenz, Torsten, Pachtmann, Katrin, Breitkopf, Cornelia, Kretzschmar, Hans-Joachim & Köhler, Thomas. (2014): *thermoE* – Entwicklung eines online-basierten E-Assessments in ONYX am Beispiel der Technischen Thermodynamik. Tagungsband zum Workshop on eLearning 2014.HS Zittau/Görlitz, 63–74.
- [6] Freudenreich, R.; Kretzschmar, H.-J.; Breitkopf, C.: E-Assess-MINT - Elektronische Übungen im MINT-Bereich. Tagungsband 14. Workshop on e-Learning, Görlitz S. 49-58, 22. September 2016
- [7] Breitkopf, C.; Grau Turuelo, C.; Banos García, O.: *thermoE^{int}*: Building E-Assessment Content for the Integration and Success of International Students in STEM Fields. EUNIS 2017 Congress Proceedings.
- [8] Breitkopf, C.; Freudenreich, R.; Kretzschmar, H.-J.; Herrmann, S.; Umlauf, T.: Erfolgsmodell Facharbeitskreis Technische Thermodynamik Sachsen. HDS. Journal, 2020, 2020,1, 34-37.
- [9] Breitkopf, C.; Pinnau, S.; Lorenz, T.: VirtuaLab - Das virtuelle Labor - Aufbau einer interaktiven Lernplattform für Praktika der Thermodynamik. HDS. Journal, 2020, 2020,2, S. 32-40.
- [10] Breitkopf, C. et al.: Thesenpapier zur digitalen Hochschulbildung. Hochschuldidaktisches Zentrum Sachsen, Universität Leipzig + Arbeitskreis E-Learning der Landesrektorenkonferenz Sachsen (2021).

Chat mit Daten – In natürlicher Sprache von Messwerten zum Ergebnisplot

J. Brose

Fakultät Physik, TU Dresden

Kurzfassung

Große Sprachmodelle der KI sind nicht nur für die Erzeugung natürlichsprachlicher Texte geeignet, sondern können auch Ausgaben in Auszeichnungssprachen wie HTML oder LaTeX sowie Programmcode in gängigen Programmiersprachen generieren. Aufgrund der im Vergleich zur menschlichen Sprache eingeschränkten Syntax von Auszeichnungs- und Programmiersprachen sowie der umfangreichen Verfügbarkeit von Quellcode und Dokumentation im Netz für das Training von Sprachmodellen sind diese für die Codegenerierung besonders geeignet. Die Sprachmodelle können einerseits für Routineaufgaben wie die Erstellung häufig benötigter Algorithmen oder LaTeX-Formeln eingesetzt werden. Andererseits können sie auch die Analyse von (Mess-) Daten bis hin zur grafischen Darstellung der Ergebnisse über die Generierung und Ausführung von Programmcode übernehmen.

Jupyter AI

Jupyter AI[1] verbindet generative KI mit Jupyter-Notebooks und Jupyterlab[2] und unterstützt sowohl eine breite Palette von Anbietern generativer großer Sprachmodelle als auch die Nutzung lokal gespeicherter Modelle unter Einbindung von GPT4All[3] (kostenloser, lokal laufender und datenschutzfreundlicher Chatbot, der weder eine GPU noch eine Internetanbindung erfordert). Damit steht in Jupyterlab eine native Chat-Benutzeroberfläche zur Verfügung, die es ermöglicht, mit generativer KI als Gesprächsassistent zu arbeiten und beispielsweise Vorschläge für die Verbesserung von Programmcode zu erzeugen, sich Code erklären zu lassen, Kommentare in Notebookzellen einfügen zu lassen oder Code umzuschreiben. Mittels Angabe von definierten Schlüsselwörtern im Chat besteht z. B. die Möglichkeit,

ein ganzes Notebook aus einer Texteingabeaufforderung zu erstellen oder dem Modell lokale Daten zu vermitteln, die es dann bei der Beantwortung von Fragen berücksichtigen kann.

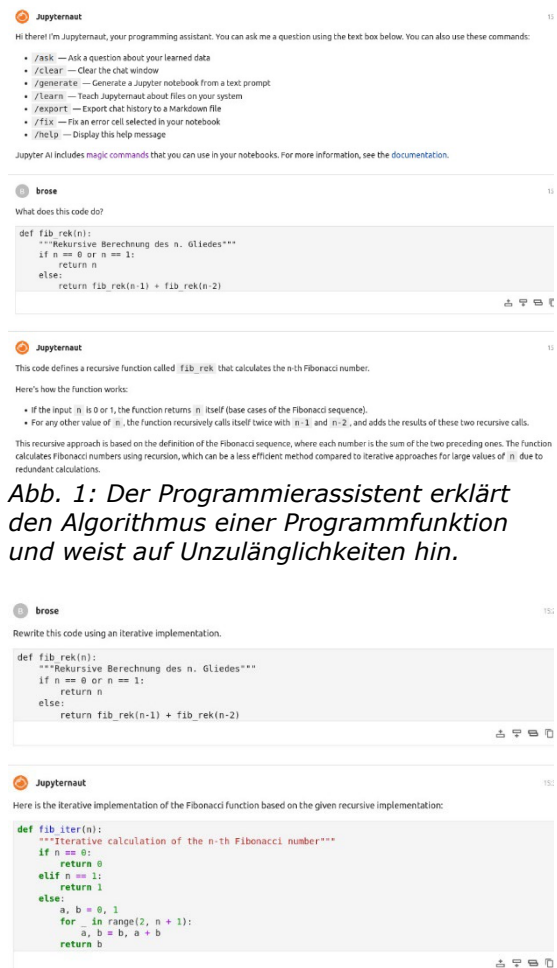


Abb. 1: Der Programmierassistent erklärt den Algorithmus einer Programmfunktion und weist auf Unzulänglichkeiten hin.

Abb. 2: Der Programmierassistent implementiert einen anderen Algorithmus für die benötigte Funktion.

Innerhalb von Jupyter Notebooks kann Jupyter AI verwendet werden, um Ausgaben in unterschiedlichen Formaten zu erzeugen wie z.B. Programmcode, mathematische Ausdrücke mit korrektem

Schriftsatz, LaTeX-Quellcode oder HTML-Quellcode.

```
[1]: %load_ext jupyter_ai
[2]: %ai gpt-3.5-turbo -f math
Show the Biot-Savart law for static magnetic fields.
[2]: 
$$\vec{B}(\vec{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi} \int \frac{\vec{J}(\vec{r}') \times (\vec{r} - \vec{r}')}{|\vec{r} - \vec{r}'|^3} d\tau'$$

[3]: %ai gpt-3.5-turbo -f text
Generate the LaTeX commands for displaying the Biot-Savart law.
[3]: The Biot-Savart law in LaTeX is typically displayed as:
\[\]
\vec{B}(\vec{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi} \int \frac{\vec{J}(\vec{r}') \times (\vec{r} - \vec{r}')}{|\vec{r} - \vec{r}'|^3} d\tau'
\[\]
```

Abb. 3: Der Programmierassistent gibt mathematische Gleichungen und den LaTeX-Code zu ihrer Erzeugung aus.

Chat mit Daten

Neben der Entlastung von Routineaufgaben können große Sprachmodelle für die Datenanalyse genutzt werden. Dazu liegen die Daten in maschinenlesbaren Formaten wie Excel-Dateien oder Textdateien mit Komma-separierten Werten (CSV) vor. Über die Chat-Eingabeaufforderung wird mit dem Modell in natürlicher Sprache (Englisch) kommuniziert. Die Ausgabe durch die KI erfolgt in Form von Programmcode, wobei in den Anweisungen an die KI festgelegt wird, dass Code zur Erzeugung von grafischen Darstellungen generiert werden soll. Dieser Code wird in einer geeigneten Oberfläche ausgeführt und z.B. im Webbrowser dargestellt, so dass bei Beantwortung der Fragen direkt Ergebnisplots erzeugt werden können. Dabei gehen die Möglichkeiten der grafischen Ausgabe weit über die einfache Darstellung von Daten gegeneinander hinaus, wie im Folgenden an zwei Beispielen aus dem Physikalischen Praktikum des Bachelor-Studiengangs Physik gezeigt wird. Die parallele Ausgabe des generierten Programmcodes ermöglicht die Überprüfung der logischen und inhaltlichen Korrektheit der erzeugten grafischen Darstellungen und kann als Ausgangspunkt für weitere Analysen dienen.

Das erste Beispiel zeigt die statistische Analyse eines Datensatzes von Schwingungsdauern eines mathematischen Pendels. Die Aufgabe besteht darin, aus den vorliegenden Einzelmesswerten ein Histogramm der relativen Häufigkeiten mit geeigneter Intervalleinteilung zu erzeugen, eine Normalverteilung daran anzupassen

und deren Parameter (Mittelwert und Standardabweichung) auszugeben.

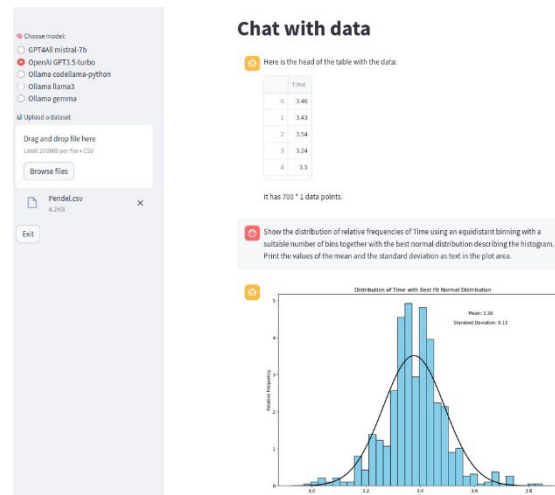


Abb. 4: Erzeugung einer Verteilung relativer Häufigkeiten aus einer Messreihe, Anpassung einer Normalverteilung und Anzeige ihrer Parameter.

Im zweiten Beispiel werden die mit einem Geiger-Müller-Zählrohr gemessenen Raten des β -Zerfalls eines radioaktiven Präparats ausgewertet. Die Größe der Messunsicherheiten wird aus der Angabe, dass es sich bei den Daten um Zählraten eines radioaktiven Zerfalls handelt, mit Hilfe der Poisson-Statistik korrekt berechnet und dargestellt. Durch Anpassung einer Exponentialfunktion an die diskreten Daten unter Berücksichtigung ihrer Unsicherheiten wird die Halbwertszeit des Präparats bestimmt.

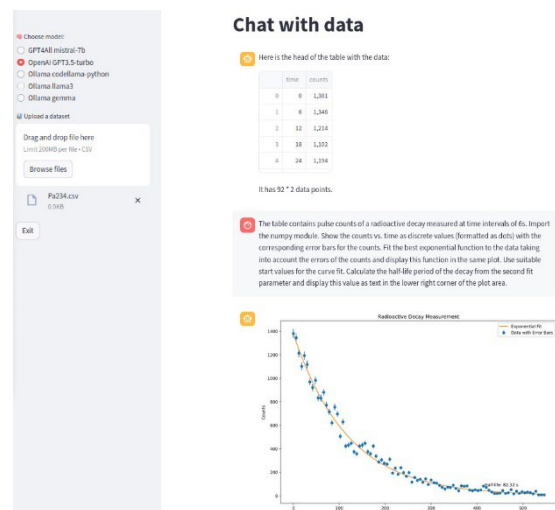


Abb. 5: Zählraten eines radioaktiven Zerfalls, Darstellung der Daten einschließlich ihrer Messunsicherheiten, der angepassten Exponentialfunktion und der daraus bestimmten Halbwertszeit des Präparats.

Schlussfolgerungen

- Je nach Problemstellung kann es wie im „normalen“ Chat notwendig sein, sich dem gewünschten Ergebnis iterativ durch ergänzende Informationen oder Anweisungen anzunähern.
- Den Ausgaben des Sprachmodells darf nicht blind vertraut werden. Eine sorgfältige Kontrolle der Ergebnisse durch den Anwender ist erforderlich.
- Die parallele Ausgabe des von der KI erzeugten Programmcodes ermöglicht eine solche Überprüfung.
- Fundierte Programmierkenntnisse sind daher auch im Zeitalter der Chat-basierten Analyse unerlässlich.
- Bei der Verwendung von lokal installierten Open-Source-Sprachmodellen ist der Datenschutz gewährleistet.
- Chat-basierte große Sprachmodelle können in der Datenanalyse und -auswertung mehr als nur Routineaufgaben übernehmen.

Wird sich die Art und Weise, wie wir lehren und forschen, in den nächsten Jahren ändern?

Wir sollten vorbereitet sein.

Literatur

[1] <https://github.com/jupyterlab/jupyter-ai>

[2] <https://jupyter.org>

[3] <https://gpt4all.io/>

Blickverhalten als Schlüssel zur Offenlegung von Lösungsstrategien und kognitiven Verarbeitungsprozessen beim Interpretieren von Graphen

P. Fehlinger¹, S. Becker-Genschow², B. Watzka¹

¹ Didaktik der Physik, Institut für Physik, Fakultät für Naturwissenschaften, OVGU Magdeburg

² Digitale Bildung, Didaktiken der Mathematik und der Naturwissenschaften, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät, Universität zu Köln

In der modernen Bildungsforschung spielt die Analyse von Lernprozessen eine zentrale Rolle, insbesondere in der Entwicklung individualisierter Lehrmethoden. Der vorliegende Vortrag beleuchtet die Bedeutung des Blickverhaltens als diagnostisches Instrument zur Identifikation von Lösungsstrategien und kognitiven Verarbeitungsprozessen beim Interpretieren von Graphen in einem mathematischen und einem physikalischen Kontext.

Kontexte

In der vorliegenden Studie wurden zwei verschiedene inhaltliche Kontexte untersucht, um die Bandbreite der Anwendungen und die Übertragbarkeit der Erkenntnisse zu prüfen. Zum einen wurden isomorphe Funktionsgraphen in x - y -Diagrammen im mathematischen Kontext betrachtet. Zum anderen wurden Zustandsänderungen in p - V -Diagrammen im thermodynamischen Kontext betrachtet. Exemplarisch sind die indirekt-proportionale Funktion in Abbildung 1 bzw. die isotherme Zustandsänderung in Abbildung 2 gezeigt.



Abb. 1: Indirekt proportionaler Funktionsgraph

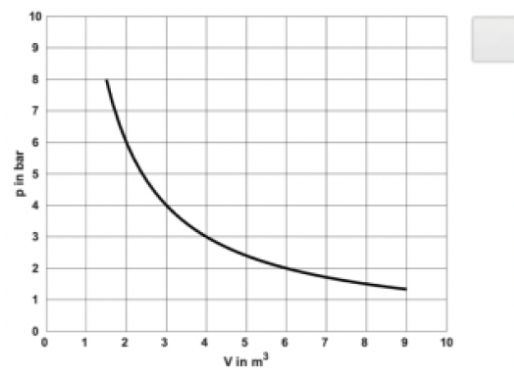


Abb. 2: Isotherme Zustandsänderung

Ausgangsproblem

Um thermodynamische Zustandsänderungen interpretieren zu können, ist nicht nur physikalisches Fachwissen wichtig, sondern auch funktionales Denken, das innermathematisches Wissen über funktionale Zusammenhänge beinhaltet. Pinker [1] argumentiert, dass das Wissen zur Interpretation eines Funktionsgraphen in Form eines Diagrammschemas gespeichert ist. Ein Diagrammschema wird von Pinker [1] als eine Wissensstruktur betrachtet, die Informationen über Operatoren enthält. Diese Operatoren ermöglichen die Extraktion relevanter Informationen zur Interpretation eines Funktionsgraphen. Dabei spielen Hauptkomponenten der Wahrnehmung sowie Prozesse im Arbeitsgedächtnis und Langzeitgedächtnis eine zentrale Rolle. Bei der Interpretation thermodynamischer Zustandsänderungen treten jedoch häufig Schwierigkeiten auf.

Saepuzaman et al. [2] untersuchten u.a. die Schwierigkeiten von Physiklehrkräften im Vorbereitungsdienst beim Interpretieren von thermodynamischen Zustandsänderungen in p - V -Diagrammen. Eine große Schwierigkeit bestand darin, einen adiabatischen Prozess in einem p - V -Diagramm zu analysieren [2].

Adila et al. [3] stellten fest, dass Lernende nicht klar zwischen adiabatischen und isothermen Zustandsänderungen unterscheiden können.

Ziele

Die Vision ist, frühzeitig und ohne Unterbrechung des Lernprozesses zu erkennen, ob Lernende erfolgreiche Strategien anwenden oder auf Lernschwierigkeiten stoßen.

Daher soll die Wahrnehmung bei der Interpretation von Funktionsgraphen untersucht werden, um Einblicke in das Verständnis von Diagrammen zu gewinnen. Mittels Eye-Tracking-Technologie lassen sich Muster und Unterschiede im Blickverhalten feststellen, die Aufschluss über die Effektivität der angewendeten Strategien geben [4]. Diese Erkenntnisse ermöglichen es, bei ungünstigen Strategien oder Lernschwierigkeiten automatisch und individuell passende Hilfen einzublenden. Der Schlüssel zur Umsetzung dieser Vision liegt in der Kombination von Eye-Tracking mit modernen Analyseverfahren.

Methodik

Stichprobe. 80 Lernende der 10. Klasse verschiedener Gymnasien in Sachsen-Anhalt nahmen an der Studie teil (weiblich: 45; männlich: 34; k. A.: 1).

Instrumente. Zur Datenerhebung wurde ein Eye-Tracker (Tobii Pro Fusion 120 Hz) mit einer mittleren Genauigkeit von 0.40° und ein standardisierter Fragebogen zur Grapheninterpretation (6 Items, mittlere Reliabilität Cronbachs $\alpha = 0.75$) eingesetzt.

Relevante Eye-Tracking-Metriken sind: Anzahl der Fixationen und Transitionen sowie Blickrichtungen. Die Auswahl dieser Metriken erfolgte aus theoretischen Überlegungen [5, 6].

Zur Validierung der Blickdaten wurden anschließend Interviews mit den Teilnehmenden geführt.

Ablauf. Die Datenerhebung erfolgte in drei Schritten. Zunächst erhielten die Teilnehmenden ein Informationsblatt, das das Wissen zur Interpretation der Graphen vermitteln/wiederholen sollte. Nach der Kalibrierung des Eye-Trackers folgte der Test zur Grapheninterpretation. Abschließend wurden die Teilnehmenden über ihre

Vorgehensweise bei der Interpretation interviewt.

Auswertung. Die Blickdaten wurden durch Clusteranalysen und Kerndichteschätzungen analysiert, um Bearbeitungsstrategien zu klassifizieren und zu charakterisieren. Mittels Random Forest Klassifikator wurde zwischen erfolgreichen und erfolglosen Strategien bei der Interpretation der Graphen unterschieden.

Ausgewählte Ergebnisse

Die Ergebnisse offenbaren unterschiedliche Strategien und deren Zusammenhang mit dem Lösungs- und Lernerfolg. Es wird deutlich, dass ein hauptsächlichlicher Fokus auf den Funktionsgraphen bei der Interpretation sich als wenig effektiv erweist und dass Lernende häufig die mathematische Struktur der Funktion bei dieser Bearbeitungsstrategie nicht vollständig verstehen.

Ethik-Statement

Ein positives Votum der Ethik-Kommission der OVGU Magdeburg liegt vor (176/23).

Literatur

- [1] Pinker, S. (1990). A theory of graph comprehension. In R. Freedle (Hrsg.), *Artificial intelligence and the future of testing* (S. 73-126). Erlbaum.
- [2] Saepuzaman, D., Sriyansyah, S. P., & Karim, S. (2019). Unpacking Pre-service Physics Teachers' Understanding of the PVT Diagram and the Associated Mathematics. *Journal of Physics Conference Series* 1204, No. 1, 012032
- [3] Adila, A. S. D., Sutopo & Wartono (2018). Students' reasoning in analyzing temperature from PV diagram representing unfamiliar thermodynamics process. *Journal of Physics Conference*, 1097(1), 012012.
- [4] Kennel, K., Becker, S., Klein, P., Küchemann, S. Kuhn, J., & Ruzika, S. (2022). Blickbewegungen beim grafischen Ableiten – Lassen sich Fehler durch Eye-Tracking-Daten vorhersagen und elaborieren?, In P. Klein et al. (Hrsg.), *Eye-Tracking in der Mathematik- und Naturwissenschaftsdidaktik* (S. 125-143), Springer.
- [5] Klein, P., Hahn, L., & Kuhn, J. (2021). Einfluss visueller Hilfen und räumlicher Fähigkeiten auf die graphische Interpretation von Vektorfeldern: Eine Eye-Tracking-Untersuchung. *ZfDN*, 27, 181-201.
- [6] Unema, P. J. A., Pannasch, S., Joos, M., & Velichkovsky, B. M. (2005). Time course of information processing during scene perception: The relationship between saccade amplitude and fixation duration. *Visual Cognition*, 12(3), 473-494.

ELN 4 Learning

Elektronische Laborbücher in der Lehre nutzen

J. Franke

Zentrum für interdisziplinäres Lernen und Lehren, TU Dresden

Elektronische Laborbücher

Ein elektronisches Laborbuch oder Laborjournal, auch bekannt als Electronic Laboratory Notebook (ELN) ist eine digitale Version des traditionellen papierbasierten Laborjournals. Diese werden zumeist handschriftlich als gebundene Notizbücher von Einzelpersonen im Labor geführt. Sie dienen der Erfassung, Organisation und Speicherung von experimentellen Daten und Forschungsergebnissen in wissenschaftlichen und industriellen Laboren. Ein ELN ermöglicht die elektronische Speicherung von Daten, Metadaten, Beobachtungen, Protokollen und Ergebnissen und integriert dabei Text, Bilder, Diagramme und andere Dateiformate wie PDF und Excel. Weiterhin können Schnittstellen zu weiteren Software-Anwendungen für die Datenanalyse, und digitalen Forschungsdatenbanken eingerichtet werden. Im Lebenszyklus von Forschungsdaten hat das ELN somit eine hohe Bedeutung für die Dokumentationsphase [1]. In diesem Zusammenhang gilt zu unterscheiden, auf welche Art dokumentiert wird. Im Allgemeinen wird als ELN eine spezifische Software verstanden. Diese kann selbst programmiert oder als öffentlich zugängliche Lizenz erworben werden. Beispiele sind *openBIS*, *eLab-FTW*, *Chemotion*, *Labfolder* oder *LabArchives*. Diese stehen in Abgrenzung zur elektronischen Dokumentation mit nicht-spezifischer Software wie Excel oder One-Note sowie einem elektronischen Logbuch für die Erfassung und Zuordnung von Untersuchungsproben. Weiterhin unterschieden werden muss ein sogenanntes Labor-Information-Management-System (LIMS) für die Verwaltung von Daten und die Unterstützung von Arbeitsabläufen in Laboren, zumeist Analytik-Laboren.

Die Vorteile eines ELN sind vielseitig. Mehrere Nutzer:innen können gleichzeitig

an einem Experiment oder Projekt arbeiten und ihre Daten in Echtzeit teilen, wobei Kommentarfunktionen und Versionskontrollen die Zusammenarbeit und Nachverfolgbarkeit von Änderungen unterstützen. Der sichere Zugang wird durch Passwörter und Benutzerberechtigungen gewährleistet, während die Verschlüsselung der Daten und regelmäßige Backups vor Datenmissbrauch und -verlust schützen. Audit-Trails und elektronische Signaturen sorgen für die Gewährleistung der Datenintegrität und Nachvollziehbarkeit. ELNs bieten zudem die Möglichkeit zum Export von Daten in verschiedene Formate für weitere Analysen oder Berichte.

Ein wichtiger Aspekt in Forschung und Lehre ist die Möglichkeit durch ELN die Zusammenarbeit zwischen Forschenden, auch an unterschiedlichen Standorten, zu fördern [2]. Echtzeit-Sharing von Daten und Ergebnissen unterstützt die Teamarbeit und den Wissensaustausch [3]. ELNs helfen zudem bei der Einhaltung gesetzlicher Vorschriften und Standards, wie GLP (Good Laboratory Practice), und erleichtern die Erstellung von Berichten und Nachweisen für Audits und Inspektionen [4].

ELNs finden Anwendung in der akademischen Forschung sowie in der industriellen Forschung und Entwicklung. Sie tragen zur Optimierung von Prozessen, der Verbesserung von Produktentwicklung und dem Innovationsmanagement bei.

Vorteile elektronischer Laborbücher für die Lehre

Die ersten Berichte von der Nutzung elektronischer Laborbücher in der Lehre finden sich in den 1980er Jahren [5]. Durch die COVID-19-Pandemie und die damit einhergehende verstärkte Digitalisierung der Hochschullehre erfuhr das

Thema jedoch seit 2020 eine breitere Beachtung im Kontext von Lehre in digitalisierten Laboren [6].

Eine bedeutende Motivation für Lehrende und Hochschulen ist das Vermitteln von Standards der Dokumentation aus der Industrie. Kenntnisse in Bezug auf digitale Dokumentation stellen eine Qualifikation dar, die zukünftige Arbeitgeber:innen an Berufseinsteiger:innen schätzen [7]. Auf der anderen Seite ergeben sich für Dozent:innen neue Chancen für die Lehre im Laborpraktikum, denn ELN ermöglichen es, die studentischen Fortschritte bei der Arbeit in Echtzeit digital mit zu verfolgen [8] und zeitnahes Feedback zu geben [9]. Austausch und Feedback können ebenso zwischen den Studierenden durch die kollaborative Arbeit im ELN gefördert werden. Vorteilhaft ist eine mögliche Zusammenarbeit auch im Distanz-Setting, beispielsweise während der COVID-19-Pandemie [10].

Im ELN-System können Templates als elektronische Vorlage für Protokolle und Experimente angelegt werden, welche Orientierung, Einheitlichkeit und Vollständigkeit sicherstellen. Dort besteht weiterhin für Lehrende die Möglichkeit punktgenau Aufgaben oder Denkfragen zu integrieren, um die studentische Aktivität zu erhöhen [11].

ELN unterstützen die Einhaltung von Standards für technische Kommunikation und Dokumentation [12]. Sie ermöglichen außerdem das langfristige Speichern und Analysieren von Experimentaldaten aus Laborpraktika [13]. In der Lehrveranstaltung selbst können experimentelle Daten zwischen den Studierendengruppen leicht geteilt werden [14], was den Vergleich und zusätzliche Analysen sowie Peer-to-Peer-Feedback erleichtert [15]. Ein ELN-System könnte von Studierenden während der gesamten Studienzeit verwendet werden, was es ihnen ermöglicht, „zurückzublättern“ zu vergangenen Experimenten vorheriger Semester und dadurch eine kontinuierliche Lernentwicklung zu fördern. Insgesamt tragen elektronische Laborbücher also zu einer verbesserten Dokumentation, Kommunikation und Zusammenarbeit im Lehrlabor bei und bereiten die Studierenden optimal auf ihre zukünftigen beruflichen Anforderungen vor.

Lessons Learned - Erfahrungen von Lehrenden mit elektronischen Laborbüchern

Weltweit haben Lehrende aus MINT-Fächern bereits vielfältige Erfahrungen mit elektronischen Laborbüchern gemacht [26]. Positiv wird wahrgenommen, dass Studierenden sich durch die Verwendung von ELN besser auf das Arbeitsleben vorbereitet fühlen [16]. Die Verwendung von ELN hat die Einstellung der Studierenden gegenüber diesen digitalen Werkzeugen verbessert [17] und sie haben sich intensiver mit ihrer Dokumentation auseinandergesetzt als zuvor mit einer papierbasierten Form [18]. Jedoch wurde beschrieben, dass die Lehrpersonen höhere Bewertungs-Standards anwenden, wenn sie digitale anstelle von handgeschriebenen Protokollen benoten [7].

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Förderung von Teamarbeit und Kollaboration zwischen Studierenden durch das ELN [19] und die Steigerung der Bereitschaft, zusätzliches Material wie Dateien oder Fotos in ihre Protokolle zu integrieren [20].

Ein wichtiges Augenmerk für den Erfolg von ELN in der Lehre liegt bei den Mitarbeitenden im Labor. Es wurde festgestellt, dass Dozent:innen den Einsatz von ELN in der Lehre besser bewerteten als ihre assistierenden Mitarbeiter:innen im Laborpraktikum. Ein spezifisches Training für die ELN-Anwendung kann jedoch die Einstellung der assistierenden Mitarbeitenden erheblich verbessern [21]. Darüber hinaus können Universitätsbibliotheken eine treibende Kraft bei der Einführung von ELN in die Lehre sein [22] [23].

Als ratsam erwies sich, dass die ELN-Software auf verschiedenen Plattformen laufen sollte, damit Studierende sie auf ihren eigenen Geräten, wie Laptops und Smartphones, verwenden können [24]. Eine praktische Herausforderung bleibt die Akkulaufzeit der verwendeten Geräte, denn lange Lade-Kabel im Labor oder beim Feldversuch können sich als Stör- oder Unfallfaktoren erweisen [25].

Insgesamt zeigen die bisherigen Erfahrungen, dass elektronische Laborbücher viele Vorteile bieten, die von der verbesserten Vorbereitung auf das Berufsleben über die Förderung der Teamarbeit bis hin zur Integration zusätzlicher Materialien in die Protokolle [20] reichen.

Ein mögliches Vorgehen für die Einführung eines ELN im Laborpraktikum an der TU Dresden

Bisher gibt es eine Reihe von Veröffentlichungen zur Verwendung von ELN bei der Lehre im Labor, welche hauptsächlich aus dem ingenieurwissenschaftlichen Bereich stammen [26]. Allerdings gibt es noch keine publizierten Erfahrungen zu diesem Thema von der TU Dresden. Aufgrund dessen soll hier ein mögliches Vorgehen unter dem Namen *ELN4Learning* für die Integration und Evaluation von ELN an unserer Universität vorgestellt werden.

Die Einführung elektronischer Laborbücher in universitären Laborpraktika zielt darauf ab, die Dokumentation der Arbeiten und Ergebnisse der Studierenden zu verbessern und ihre Zusammenarbeit in Gruppen zu fördern. Für *ELN4Learning* sollen die Studierenden mit bereits bestehenden, etablierten Softwarelösungen arbeiten, da nicht die Programmierung, sondern die Anwendung eines ELN im Vordergrund steht. Zur Auswahl würden, unter anderem, die Open-source Softwarelösungen *eLabFTW*, *OpenBis* und *Chemotion* stehen.

Aufgrund der oben genannten Erfahrungen externer Lehrender wäre zu untersuchen, in wie fern die Einführung eines ELN die Dokumentation der Studierenden sowie ihre Zusammenarbeit in Gruppen beeinflusst. Ein mehrschrittiger Arbeitsplan bietet sich hier zur Implementierung sowie Evaluierung des ELN-Einsatzes an. Zusammen mit der durchführenden Lehrperson sollten zunächst Kernziele und Erfolgsfaktoren klar definiert werden. Wünschenswert wäre ein Projektteam aus Dozent:innen, IT- und FDM-Expert:innen aus ZIH und SLUB, Mitarbeitenden im Labor und Studierendenvertreter:innen. Gemeinsam sollte eine Anforderungsanalyse durchgeführt werden, um die spezifischen Bedürfnisse und Erwartungen der Studierenden und Lehrenden zu erfassen. Weiterhin wird eine der oben genannten ELN-Softwareoptionen ausgewählt, installiert, konfiguriert und die notwendige IT-Infrastruktur vorbereitet. Parallel dazu wäre es notwendig den Schulungsbedarf aller Beteiligten zu ermitteln und ein Trainingsprogramm für Dozent:innen, Mitarbeitende und Studierende zu entwickeln. Hierfür könnten sowohl Präsenzveranstaltungen als auch bereits bestehende Online-Ressourcen und Support-Dokumente

bereitgestellt werden. In einer Pilotphase könnte ein ausgewähltes Test-Laborpraktikum als für eine erste Einführung des ELN genutzt werden. Während dieser Phase sollten die Benutzerfreundlichkeit und Funktionalität der Software überwacht und erstes Feedback gesammelt werden. Zudem könnte eine initiale Datenerhebung zur Dokumentationsqualität und zur Zusammenarbeit der Studierenden-Gruppen erfolgen. Ein technischer Support und regelmäßige Q&A-Sessions wären sinnvoll, um auftretende Probleme zeitnah zu lösen und die Nutzer:innen kontinuierlich zu unterstützen. Im weiteren Verlauf sollten regelmäßig Daten zur Nutzung der ELNs, zur Qualität der Dokumentation, zur Effizienz und zur Zusammenarbeit der Studierenden gesammelt werden. Feedbackrunden mit Studierenden und Dozent:innen wären nützlich, um die Implementierung zu bewerten und notwendige Anpassungen vorzunehmen. Basierend auf den gewonnenen Erkenntnissen sollten die langfristige Nutzung und Integration der ELNs in den Lehrbetrieb als Möglichkeit reflektiert werden. Empfehlungen für zukünftige Entwicklungen an der TU Dresden und potentielle Erweiterungen sollten ausgesprochen werden, um die Nachhaltigkeit und den Erfolg der eingeführten digitalen Laborjournale zu sichern. Im Vordergrund sollte jedoch stehen, dass Dozent:innen und Studierenden von den Vorteilen der digitalen Dokumentation und vereinfachten Zusammenarbeit profitieren, während gleichzeitig Daten zur kontinuierlichen Verbesserung der Lehr- und Lernprozesse gesammelt werden.

Literatur

- [1] Adam und Lindstädt, 2019. ZB MED (Hrsg.): Elektronische Laborbücher im Kontext von Forschungsdatenmanagement und guter wissenschaftlicher Praxis – ein Wegweiser für die Lebenswissenschaften.
<https://doi.org/10.4126/FRL01-006415715>
- [2] Dirnagl und Przesdzing, 2016. A pocket guide to electronic laboratory notebooks in the academic life sciences.
<https://10.12688/f1000research.7628.1>
- [3] Okon und Nocera, 2018. Work in progress: Teaching effective teamwork skills in biomedical engineering laboratory courses.
[https:// peer. asee. org/ 29988](https://peer.asee.org/29988)
- [4] Foster et al., 2022. Implementing an institution-wide electronic lab notebook initiative.

- DOI:10.5195/jmla.2022.1407
- Laboratory Courses, ACS Symposium 2020 15 259-279
- [5] Delaney, 1987. Using "electronic laboratory notebook" software in the instrumental analysis course. <https://doi.org/10.1021/ed064.p29>
- [6] Franke und Wegner, 2022. Sächsisches Verbundprojekt D2C2 - Einblick in den Schwerpunkt „Didaktik in (teil-)digitalisierten Werkstätten und Laboren“ <https://doi.org/10.25369/ll.v2i2.58>
- [7] Cardenas, 2014. An implementation of electronic laboratory notebooks (ELN) using a learning management system platform in an undergraduate experimental engineering course. American Society. <https://www.asee.org/public/conferences/32/papers/9040/view>
- [8] Brady und Rushing, 2016. Using engineering design notebooks to evaluate student understanding of physics concepts in a design challenge. <https://www.asee.org/public/conferences/64/papers/16886/view>
- [9] Harwood et al., 2020. Assessing student learning in a rapidly changing environment: Laboratories and exams. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00651>
- [10] Grijalva-Borja et al., 2020. Analysis of the perception of university students about the use of Microsoft OneNote as an electronic laboratory notebook in response to non-face-to-face education in pandemic times. https://doi.org/10.1007/978-3-030-62833-8_13
- [11] Hall & Vardar-Ulu, 2014. An inquiry-based biochemistry laboratory structure emphasizing competency in the scientific process: A guided approach with an electronic notebook format. *Biochemistry and Molecular Biology Education*. <https://doi.org/10.1002/bmb.20769>
- [12] Okon und Nocera, 2017a. Electronic lab notebooks impact biomedical engineering students' quality of documentation and technical communication. American Society of Engineering Education. <https://www.asee.org/public/conferences/78/papers/20019/view>
- [13] Lebard et al., 2017. Practice in digital research spaces to engage students with eScience. *Teaching Science*, 63(1), 41-48.
- [14] Riley et al., 2017. Implementation and use of cloud-based electronic lab notebook in a bioprocess engineering teaching laboratory. <https://doi.org/10.1186/s13036-017-0083-2>
- [15] Kuczynski und Araj, 2016. Kuczynski, J. A., & Araj, E. S. (2016). A comparison of paper vs. electronic (portfolio) notebooks for engineering design projects. <https://www.asee.org/public/conferences/64/papers/16827/download>
- [16] Soltau, 2020. Student and Instructor Perceptions of Using Electronic Laboratory Notebooks in Microsoft OneDrive to Enhance Communication Skills and Career Readiness in Chemistry
- [17] Cooke et al., 2017. Recommendations for electronic laboratory notebooks in undergraduate engineering faculty: A student-led case study. <https://www.birmingham.ac.uk/Documents/HEFI/Electronic-Laboratory-Notebooks-Case-Study.pdf>
- [18] Okon und Nocera, 2017b. The student educational experience with electronic laboratory notebooks (work in progress). <https://peer.asee.org/27729>
- [19] Okon und Nocera, 2018. Work in progress: Teaching effective teamwork skills in biomedical engineering laboratory courses. <https://peer.asee.org/29988>
- [20] Bromfield Lee, 2018. Implementation and student perceptions on Google docs as an electronic laboratory notebook in organic chemistry. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00518>
- [21] Puccinelli und Murphy, 2015. Bringing technology to the First Year Design Experience through the use of Electronic Design Notebooks. <https://strat.egy.asee.org/23632.pdf>
- [22] Sayre et al., 2018. Support for electronic lab notebooks at top American research universities. *Journal of eScience Librarianship*, 7(2), e1140.
- [23] Magid, 2018. Is it worth it? Implementation of electronic lab notebook software among the STEM community at an American university in the UAE. <https://www.asee.org/public/conferences/106/papers/23165/view>
- [24] Van Dyke und Smith-Carpenter, 2017. Bring your own device: A digital notebook for undergraduate biochemistry laboratory using a free, cross-platform application. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00622>
- [25] Senger und Nordmo, 2021. Using digital field notebooks in geoscientific learning in polar environments. *Journal of Geoscience Education*, 69(2), 166-177.
- [26] Prosser und Kromer, 2023. Electronic Research Notebooks in the Educational Setting: A Scoping Review. <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10065-w>

Agiles Lehrkonzept als EUTOPIA-Startpunkt

C. Guder, H.-P. Wiesmann, B. Krupke

Professur Biomaterialien, Institut für Werkstoffwissenschaft, Fakultät Maschinenwesen, TU Dresden

Von *Lessons Learned* zu EUTOPIA

Das Lehrformat des Kompetenzateliers, welches das agile Projektmanagement mit verschiedensten Lehrinhalten verknüpft, wurde in der Vergangenheit bereits auf der *Lessons Learned* Konferenz vorgestellt. Der rege Austausch und Zuspruch führten im Nachgang zum Wunsch, auch über die Grenzen der Technischen Universität Dresden (TUD) hinweg aktiv zu werden. Mit der EUTOPIA *Connected Community*-Ausschreibung war das passende Förderformat zur Stelle, um ab Oktober 2024 das agile Lehrkonzept mit verschiedenen EUTOPIA-Partnern in einen ersten Testlauf zu überführen.

Die Rolle des EUTOPIA-Leads nehmen hierbei Dr. Krupke und Prof. Wiesmann

der TUD ein. Als EUTOPIA-Partner ist eine Gruppe internationaler Wissenschaftler, darunter Maurizio Busacca (Università Ca' Foscari Venezia), Richard King (University Hospitals Coventry & Warwickshire), Arnab Palit (University of Warwick), Bulcsú Sándor und Zoltán Bálint (Babes-Bolyai University in Cluj-Napoca) sowie Bart Jansen (Vrije Universiteit Brussel) in der *Connected Community (CC)* "Agile in Biomechanics" dabei.

Ziel des Projekts ist es, ein innovatives Lehrkonzept zu implementieren, das unabhängiges Arbeiten gemäß forschungsbasierten Lernprinzipien fördert und neue Möglichkeiten durch künstliche Intelligenz und additive Fertigung in Forschung und Lehre adressiert.

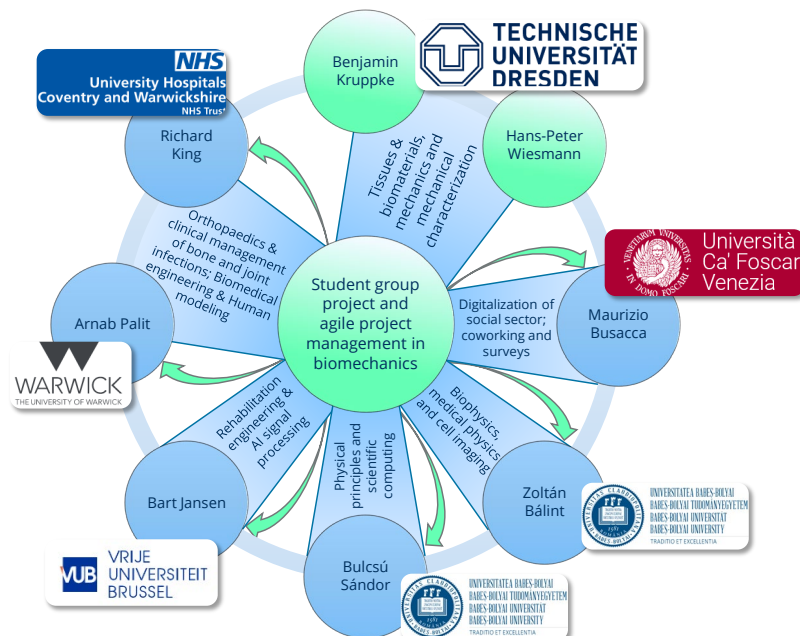


Abb. 1: EUTOPIA Connected Community: Didaktischer Input von den CC-Partnern im Projekt *Agile in Biomechanics*.

Kompetenzatelier als Lehrformat

Die Kompetenzateliers stellen die kooperative Problembewältigung und Projektbearbeitung in den Mittelpunkt. Zunächst erlernen die Studierenden eine Methode des agilen Projektmanagements.

Anschließend wenden sie die agile Methode „Scrum“ an und können so die verschiedenen Rollen (*Scrum Master*, *Product Owner*, Entwicklerteam), Ereignisse, Meetings und Artefakte durch eigenes Erleben verinnerlichen. Das zentrale Element ist eine Schrittweise Demonstrator-

fertigung, die die praktische Problemlösung mit kreativen Ansätzen fördert. Statt einer abschließenden Belegarbeit oder PowerPoint-Präsentation steht der Prototyp im Zentrum.

Inhalt des Lehrprojekts an der TUD

Die Bedeutung der Biomechanik ergibt sich aus ihrem direktem Bezug zur Gesundheit der Bevölkerung. Das Projekt fokussiert sich auf die Problematik der Lockerung und des Verlusts von Implantaten (z.B. Hüft- oder Knieendoprothesen, Zahnprothesen). Studierende der kommenden Jahre sollen Ansätze zur Vermeidung von Implantatlockerungen eigenständig entwickeln und als Prototypen umsetzen. Dabei werden biomechanische Bewegungsabläufe sowie die Materialeigenschaften von Implantaten und Geweben in Form von Projekten bearbeitet. Das projektbasierte Kompetenzzentrum hat eine direkte gesellschaftliche Verbindung, da die Projektaufgaben aus den Beiträgen verschiedener Interessengruppen resultieren. Bisher wurden Beiträge von Biomaterialwissenschaftlern, Patienten, Physiotherapeuten, Chirurgen, Implantatherstellern, Universitätsdozenten, Forschungssponsoren und Krankenkassen integriert. Diese *Stakeholder Inputs* werden in Form von *User Stories* verwendet, die von den Studierenden priorisiert und bearbeitet werden. Das geplante Projekt zielt darauf ab, diese Inputs durch die EUTOPIA-CC-Partner zu erweitern und dabei europäische Rahmenbedingungen und Interessen zu berücksichtigen.

Vision für Bildung und Forschung

Die Vision der CC-Partnerschaft ist es, eine dynamische Lernumgebung zu schaffen, die Zusammenarbeit, Innovation und praktische Kompetenzentwicklung fördert. Durch die Einbindung von EUTOPIA-Partnern erhalten die Studierenden Einblicke in unterschiedliche Perspektiven und Expertise, was ihr Verständnis für europäische Forschung, regulatorische Rahmenbedingungen und Marktanforderungen erweitert. Dieser Ansatz bereitet die Studierenden nicht nur auf Karrieren in der Industrie vor, sondern stattet sie auch mit den Werkzeugen für eigene Forschungsprojekte oder weiterführende akademische Unternehmungen aus.

Dimensionen von EUTOPIA

Die transnationale Dimension von EUTOPIA fungiert als Katalysator zur Stärkung und Erweiterung der Arbeit der CC-Partnerschaft. Die geplante Zusammenarbeit mit EUTOPIA-Partnern soll die Integration verschiedener Hochschulsysteme fördern, was das Lernerlebnis der Studierenden bereichert und den Wissens- und *Best-Practice*-Transfer über Grenzen hinweg erleichtert. Durch die Nutzung der Expertise und Ressourcen der EUTOPIA-Partner strebt die CC an, ihre Wirkung zu verbreitern, wissenschaftlichen Austausch zu stimulieren und interdisziplinäre Kooperationen im Bereich der Biomechanik und biomedizinischen Anwendungen zu fördern.

Inklusion und soziale Fähigkeiten

Ein zentrales Element der Kompetenztafeln ist nicht nur die Vermittlung akademischer und methodischer Kenntnisse, sondern auch die Stärkung der sozialen und persönlichen Fähigkeiten der Studierenden. Die Studierenden sind angehalten, durch geeignete Kommunikation und Konfliktlösung Sprachbarrieren, kulturelle Unterschiede oder andere Einschränkungen zu überwinden. Das *Scrum-Frame-work* des agilen Projektmanagements bietet hier eine gute Grundlage für Korrekturen und Interventionen durch regelmäßige Reflexionstreffen, in denen die Teamarbeit bewertet und konkrete Maßnahmen zur Verbesserung der Zusammenarbeit vereinbart werden. Durch die Integration agiler Methoden und die transnationale Zusammenarbeit wird nicht nur die Qualität der Ausbildung verbessert, sondern auch der Grundstein für zukünftige Kooperationen gelegt.

Weitere Informationen



<https://tud.link/vkryax>

Danksagung

Wir bedanken uns für die finanzielle Unterstützung durch die EUTOPIA-Allianz, das Bundesministerium für Bildung und Forschung, den Deutschen Akademischen Austauschdienst und die Europäische Union.

Einsatz von Continuous Integration (CI) zur Unterstützung der Informatik Grundausbildung im Maschinenwesen

F. Hilbert, U. Schmidt und M. Wollschlaeger

Professur für Prozesskommunikation, Institut für Angewandte Informatik, Fakultät Informatik, Technische Universität Dresden

Dieser Beitrag präsentiert Erfahrungen aus der Entwicklung einer Continuous Integration Pipeline für die kontinuierliche Betreuung der Informatik-Belegarbeit im Maschinenwesen.

Motivation

Die Lehrveranstaltung "Software- und Programmieretechnik im Maschinenwesen II" stellt ein zukunftsrelevantes Fach in der Grundlagenausbildung des Maschinenbaus dar und soll das Konzept der objektorientierten Programmierung vermitteln. In dieser Lehrveranstaltung finden sich Studierende der Studiengänge Maschinenbau, Verfahrens- und Naturstofftechnik, Werkstoffwissenschaft, Verfahrenstechnik sowie Chemie-Ingenieurwesen wieder und bringen unterschiedlichste Vorkenntnisse, Motivationen und Informatik-Affinitäten mit. Die Lehrveranstaltung umfasst neben den Vorlesungen und wöchentlichen Übungs- sowie Praktikumsaufgaben auch eine Belegaufgabe, die das Verständnis von Vorlesung und Übung vertiefen soll. Diese Belegarbeit besteht aus den Teilen Analyse, Entwurf und Implementierung. Ziel ist es, durch einen gewissen Grad an Abstraktion die konzeptionelle Verbindung zwischen der objektorientierten Modellierung und Implementierung zu erreichen. Während die ersten beiden Teilaufgaben durch die Abgabe von UML Diagrammen gelöst werden können, soll in der dritten und vierten Teilaufgabe auf diese aufbauend das entworfene Softwareprodukt implementiert werden. Als Programmiersprache wird C# und als Entwicklungsumgebung Visual Studio Community 2022 verwendet. Bei den Lösungen ist eine gewisse Varianz erwünscht, um die vergleichsweise hohen TA Zahlen im Beleg zu verringern. Die Menge an Studierenden, die inhomogene Qualität der Abgaben und die notwendige Varianz führen dazu, dass die Korrektur des Belegs bisher sehr zeitaufwändig war.

Die zum Teil sehr steile Lernkurve der Studierenden während der Belegbearbeitung erfordert regelmäßiges und zeitnahes Feedback an die Studierenden, welches aufgrund der hohen Teilnehmerzahl und der begrenzten Anzahl wissenschaftlicher Mitarbeiter:innen nicht gewährleistet werden kann. Hier bestand Handlungsbedarf und führte seit 2022 schrittweise zur Entwicklung eines Ansatzes für die automatisierte kontinuierliche Kontrolle und abschließende Bewertung von Beleglösungen.

Lösungsansatz CI

Bei der Organisation der Belegabgaben unterstützt die OPAL-Plattform, indem über sie Mitteilungen, Diskussionsforen, Abgabeordner für Teilaufgaben, Unterlagen für das Lehrangebot und Zusatzmaterialien bereitgestellt werden können. Für die Bewertung der Belegabgaben braucht es allerdings andere Werkzeuge. In der Softwareentwicklung haben sich verschiedene Lösungen etabliert um die oft zeit- und fehleranfällige manuelle Quelltexterzeugung zu automatisieren. Viele dieser neuen Mechanismen und Tools lassen sich unter dem Oberbegriff Continuous Integration (CI) zusammenfassen. CI ermöglicht kürzere Releasezyklen, indem die Software automatisiert getestet und ausgeliefert werden kann [1]. Darüber hinaus werden Fehler, die durch menschliches Eingreifen entstehen, reduziert und Builds sowie Deployments reproduzierbar gemacht. Automatisiert werden diese Prozesse durch die Implementierung einer sogenannten CI/CD Pipeline [2]. CI-Lösungen dringen zunehmend in Bereiche vor, für die sie nicht konzipiert wurden. Daher kam die Idee auf, diesen Ansatz auch für die Lehre zu adaptieren.

Aufbau einer CI/CD Pipeline

Zahlreiche Komponenten unterstützen die Umsetzung einer CI/CD-Pipeline [3]. Um

eine robuste Lösung zu generieren, ist es allerdings ratsam, auf erprobte Tools zurückzugreifen [4]. Eine der Hauptkomponenten ist ein verteiltes Versionskontrollsystem. Eine solche Versionsverwaltung ermöglicht es, Codeänderungen zentral in einem Repository zu speichern und zu versionieren. Populäre Systeme zur Versionsverwaltung sind beispielsweise Apache Subversion (SVN) und Git. Wir verwenden Git als Versionsverwaltung [5]. Die Studierenden können mit Git ihre Quelltext-Änderungen in kleinen, nachvollziehbaren Einheiten (Commits) speichern und haben die Möglichkeit, den Verlauf von Änderungen im Quellcode anzuzeigen und die Historie des Projekts zu verfolgen. Der Funktionsumfang von Git beinhaltet neben der Versionsverwaltung auch die Möglichkeit, Commits zu wiederholen oder ein Rollback auf ältere Commits durchzuführen. Dabei hat jeder Studierende eine vollständige Kopie des gesamten Projektverlaufs, was ein unabhängiges Arbeiten und lokale Speicherung von Änderungen ermöglicht, ohne sofortige Synchronisation mit einem zentralen Git-Repository. Die TU Chemnitz stellt für die sächsischen Hochschulen einen GitLab-Dienst bereit [6]. GitLab ist eine zentrale, webbasierte Plattform für die Verwaltung und Zusammenarbeit an Softwareprojekten, inklusive Git-Repository-Verwaltung und Continuous Integration/Continuous Deployment (CI/CD) Unterstützung [7]. Zwar lässt sich GitLab auch in der Self-Hosted-Version vollständig lokal installieren und managen, erfordert aber mit ca. 600 Nutzern einen hohen Supportaufwand. Neben dem Programm zur Versionsverwaltung sind auch Tools zur Automatisierung des Build-Prozesses und der Testausführung notwendig. Dafür ist die CI/CD-Pipeline zuständig. In einer CI/CD-Pipeline durchlaufen Softwareprodukte mehrere Stufen (Stages). Eine Stage ist eine abgeschlossene Einheit und enthält ein oder mehrere Jobs, die sequenziell oder parallel ausgeführt werden können. Ein Job erfüllt dabei eine spezialisierte Aufgabe, wie das Bauen des Quellcodes, das Ausführen von Tests oder das Ablegen von erzeugten Artefakten [8].



Abb. 1: Allgemeiner Aufbau einer CI/CD Pipeline in der Softwareentwicklung



Abb. 2: CI/CD Jobs

Erst nach erfolgreichem Durchlauf einer Stage wird zur nächsten übergegangen. Abbildung 1 zeigt die allgemeine Struktur einer solchen Pipeline. Die CI/CD-Pipeline wird in einer Datei namens `gitlab-ci.yml` im Root-Verzeichnis des Projekts definiert und enthält Anweisungen für die verschiedenen Stages und Jobs.

Der Funktionsumfang von GitLab beinhaltet neben der Versionsverwaltung auch die Möglichkeit, die Pipeline und deren Jobs zu überwachen. CI/CD-Jobs werden von speziellen Services, sogenannten GitLab Runners, ausgeführt. Die Pipeline wird automatisch getriggert, wenn ein Commit ins Repository gepusht wird [8][1]. Dann beginnt der GitLab Runner mit der Ausführung der definierten Jobs in der Reihenfolge der Stages. In der Build-Stage wird zunächst der Quellcode aus dem Versionskontrollsystem abgerufen, der Quellcode kompiliert und in ein ausführbares Programm (sogenanntes Artefakt) umgewandelt [3]. Anschließend wird in der Test-Stage sowohl der Quellcode als auch das erstellte Artefakt getestet. Hier werden automatische Tests ausgeführt, um die Qualität zu bewerten. Abbildung 2 zeigt die CI/CD-Jobs für die Belegbewertung. Hier ist die Build-Stage abgeschlossen und der erste Test erfolgreich. Wir verwenden Unit-Tests, um einzelne Funktionen oder Module des Codes zu testen, und führen auch statische Codeanalysen durch. Diese Art des Testens nennt sich White-Box-Testing und hat das Ziel, interne Programmabläufe zu überprüfen [9]. Im Gegensatz zu reinem Mustervergleich hat diese Methode den Vorteil, dass die Funktionalitäten über die Schnittstellen der Funktionen unabhängig von der variantenreichen Ausgestaltung der Implementierung getestet werden können.

```
public void Implementierung_Klassen_Test(string className)
{
    var actualClass = FindeKlassendefinition(className);

    var expectedNamespace = "Reinigungsanlage.Abgabe";
    var expectedFileName = $"{className}.cs";
    var expectedVisibility = Keyword.PUBLIC;

    Assert.Multiple(() => {
        Assert.That(actualClass, Is.Not.Null,
            $"Die Klasse '{className}' wurde noch nicht implementiert.");
    });
}
```

Abb. 3: Auszug aus einem Unit-Test

Belegbearbeitung mit CI/CD Pipeline

Continuous Integration erfordert die Mitarbeit der Studierenden. Diese müssen Codeänderungen regelmäßig in ihr Repository auf dem GitLab der TU Chemnitz hochladen. Dafür legen wir für jeden Studierenden ein eigenes Projekt bei GitLab an und sie bekommen per Mail eine Einladung. Hier müssen sie noch einen eigenen Nutzer anlegen – die ZIH-Nutzeraccounts können nicht verwendet werden. Hierfür bieten wir ein betreutes Praktikum an. Die Studierenden klonen zunächst das für sie erstellte Beleg-Projekt und können es lokal bearbeiten. Zum Projekt gehören ca. 200 vorgegebene Unit-Tests, die die Studierenden jederzeit lokal ausführen können. Damit ist eine kontinuierliche Reflexion der eigenen Fortschritte bei der Belegbearbeitung möglich. Abbildung 4 zeigt den Test-Explorer der Entwicklungsumgebung. Deutlich sind die erfolgreichen Tests und die noch zu erfüllenden Tests zu sehen. Sobald die Studierenden ihre Änderungen in GitLab Chemnitz einchecken, wird die CI/CD-Pipeline automatisch gestartet. In der Build-Stage wird der Quellcode kompiliert und ein Artefakt erstellt und in einem Artefakt-Repository gespeichert. Daraufhin werden in der Test-Stage die Unit-Tests ausgeführt. Der Erfolg dieser Tests ist ebenfalls jederzeit einsehbar (siehe Abbildung 2). Zu den vorgegebenen Abgabeterminen der Teilaufgaben werden die letzten Commits bewertet. Diese Bewertung wird mit zentralen Tests durchgeführt, da eine Modifizierung der projekteigenen lokalen Tests durch Studierende natürlich möglich ist.

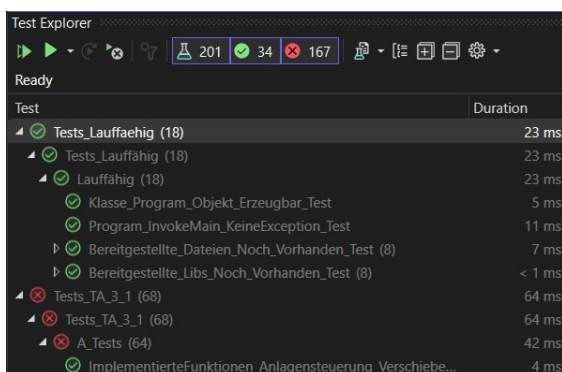


Abb. 4: Testexplorer in Visual Studio

Fazit

Das Verständnis für objektorientierte Programmierung ist in vielen Bereichen eine Grundvoraussetzung für die Entwicklung und Wartung moderner Systeme. In der

Grundlagenausbildung des Maschinenbaus wird diese Lehrveranstaltung und insbesondere die Bearbeitung des Beleges jedoch von den Studierenden oft als 'notwendiges Übel' wahrgenommen. Eine Vielzahl theoretischer und praktischer Inhalte sowie damit verbundene Fertigkeiten (Diskursanalyse, Softwareentwurf und Implementierung) müssen in einem Semester vermittelt werden, was zu einer steilen Lernkurve führt. Zusätzlich müssen viele Tools und Plattformen von den Studierenden verwendet werden, und insbesondere die Einarbeitung in Visual Studio und GitLab bedeutet einen initialen Mehraufwand. Unter dieser Prämisse wurde die Bearbeitung der Belegaufgabe von den Studierenden oft weit hinausgeschoben, und ein Feedback zu den Abgaben erfolgte nur retrospektiv.

Mit der Einführung einer Continuous Integration Pipeline für die kontinuierliche Betreuung der Informatik-Belegarbeit konnten mehrere Verbesserungen erzielt werden. Durch die Nutzung der vorgegebenen Unit-Tests erhalten die Studierenden die Möglichkeit, ihre eigenen Fortschritte zu reflektieren, was die Motivation zur kontinuierlichen Bearbeitung des Belegs durch diesen Gamification-Ansatz fördert. Dieses kontinuierliche Feedback unterstützt die Selbsteinschätzung und schafft Transparenz hinsichtlich der eigenen Leistung. Die Abgabe von nicht kompilierbaren Quellcodefragmenten gehört damit der Vergangenheit an. Die Verwendung der CI/CD-Pipeline auf GitLab sorgt zudem für eine kontinuierliche Auswertung der studentischen Aktivitäten während der Belegdurchführung, beispielsweise die Abgabe von Aufgabenteilen. Zusätzlich kann der Support durch gezielten Zugriff auf die Studentenprojekte effektiv verbessert werden.

Mit Erreichen des Abgabezeitpunkts sind die abgegebenen Teilaufgaben automatisch sofort bewertet. Dank der Unit-Tests können Funktionen unabhängig von der konkreten Ausgestaltung der Implementierung bewertet werden, was genügend Varianz für Plagiatsprüfungen ermöglicht. Es kann angenommen werden, dass der Einsatz der CI/CD-Pipeline einen wesentlichen Beitrag leistet, die Quote der Beleg-Abbrecher zu senken.

Literatur

- [1] Mojtaba Shahin, Muhammad Ali Babar und Liming Zhu. „Continuous Integration, Delivery and Deployment: A Systematic Review on Approaches, Tools, Challenges and Practices“. In: IEEE Access 5 (2017), S. 3909–3943. ISSN: 2169-3536. DOI: 10.1109/ACCESS.2017.2685629.
- [2] I Sander Rossel. Continuous Integration, Delivery, and Deployment: Reliable and faster software releases with automating builds, tests, and deployment. Packt Publishing Ltd, 30. Okt. 2017. 451 S. ISBN: 978-1-78728-418-0.
- [3] Jez Humble und David Farley. Continuous Delivery: Reliable Software Releases through Build, Test, and Deployment Automation. 1st. Addison-Wesley Professional, 2010. ISBN: 0321601912.
- [4] Christof Ebert u. a. „DevOps“. In: IEEE Software 33.3 (Mai 2016), S. 94–100. ISSN: 0740-7459, 1937-4194. DOI: 10.1109/MS.2016.68. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7458761/>
- [5] <https://git-scm.com/>
- [6] <https://gitlab.hrz.tu-chemnitz.de/>
- [7] <https://about.gitlab.com>
- [8] Brent Laster. Continuous Integration vs. Continuous Delivery vs. Continuous Deployment, 2nd Edition. ISBN: 978-1-4920-8894-3. URL: <https://learning.oreilly.com/library/view/continuous-integration-vs/9781492088943/>
- [9] S. Nidhra. „Black Box and White Box Testing Techniques - A Literature Review“. In: International Journal of Embedded Systems and Applications 2 (30. Juni 2012), S. 29–50. DOI: 10.5121/ijesa.2012.2204.

Ein bisschen Twine muss sein!

H. E. Jüngst

Technische Hochschule Würzburg-Schweinfurt

Twine (über [Twinery.org](https://twinery.org)) ist ein einfach zu handhabendes Tool zur Erstellung von Narrative Games. In seiner Grundversion enthält es nur Texte mit weiterführenden Links, aus denen man unterschiedliche narrative Spielstrukturen entwickeln kann (Kreisläufe, lineare Spiele mit Dead Ends etc.). Eine Einbindung von Bildern und Tönen ist möglich, in den neueren Twine-Versionen aber leider kompliziert. In der erweiterten Version kann man HTML und CSS nutzen, um die Texte optisch ansprechend zu gestalten und Variablen einzubauen (Namen der Spieler, Punktezählung). Im Schulunterricht ist Twine recht populär und so gibt es zu Twine hervorragende Online-Ressourcen (auch aus Sachsen), die hier ebenfalls kurz vorgestellt werden. Wenn die Zeit es erlaubt, bauen wir zusammen ein kleines Twine.

Lässt sich die Wirksamkeit aktivierender Lehrformen in MINT-Fächern nachweisen? Ein Vorschlag zur Evidenzbasierung der Hochschullehre

C. Kautz

Abteilung für Fachdidaktik der Ingenieurwissenschaften, TU Hamburg

Die höhere Wirksamkeit aktivierender Lehrformen im Vergleich zur traditionellen Vorlesung ist durch zahlreiche Studien belegt und wird inzwischen häufig als gegeben angenommen. Dennoch haben Lehrende gelegentlich den Eindruck, dass ihre Versuche aktivierende Methoden einzusetzen trotz eines erheblichen Zeitaufwandes kaum Verbesserungen mit sich gebracht haben. Vereinzelt scheinen ebenfalls zu einem weniger positiven Ergebnis zu kommen.

In meinem Vortrag möchte ich mögliche Ursachen für diese Diskrepanz diskutieren und Vorgehensweisen für eine stärkere Evidenzbasierung der Hochschullehre im MINT-Bereich vorschlagen. Anhand der Ergebnisse einer mehrjährigen Studie an der TUHH soll gezeigt werden, dass Lehrinnovationen, die mithilfe aktivierender Formate gezielt das qualitative Verständnis der Studierenden stärken sollen, dieses Ziel auch in verlässlicher Weise erreichen können.

Ein Beispiel für Lehrmaterialien, die das ermöglichen, wird im Workshop „Forschungsbasierte Lehr-/Lernmaterialien“ vorgestellt.

Ein Einblick in das Nutzungsverhalten von Studierenden in Bezug zu KI- und Simulationsmethoden

M. Kutzt, C. Kirvel, N. Modler, M. Gude

Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik, Fakultät Maschinenwesen, TU Dresden

Ausgangssituation

Seit der Veröffentlichung des Chatbots ChaptGPT (GPT3.5) des Unternehmens OpenAI im November 2022 stehen Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI) im Fokus des öffentlichen Interesses [1] und verändern die Lehr-Lern-Aktivitäten an deutschen Hochschulen nachhaltig [2].

Neben dem Erstellen von Texten liegt eine Stärke von Chatbots insbesondere bei der Generierung von Programmcode.

Durch die vielfältigen Möglichkeiten der KI stellt sich die Frage, inwiefern Lehrveranstaltungen mit rechnerischem Schwerpunkt neu geplant und weiterentwickelt werden müssen. Um diese Frage beantworten zu können, ist zunächst das derzeitige Nutzungsverhalten von Studierenden zu betrachten.

Der vorliegende Beitrag untersucht daher das Nutzungsverhalten von Studierenden der Lehrveranstaltung „Berechnung von Faserverbundstrukturen 2“ in Bezug zu KI- und Simulationsmethoden durch eine zweistufige Befragung. Dieses Fach ist gemäß Studienordnung des Studienganges Maschinenbau mit Studienrichtung Leichtbau im neunten Fachsemester verortet. Zum einen bedeutet das, dass die Studierenden etwa 6 Semester ohne den hohen Bekanntheitsgrad der KI-Methoden gelernt und in dieser Zeit ihren Lernstil entwickelt haben. Zum anderen nahmen nur etwa zehn Studierende an der Lehrveranstaltung teil, und die Interessen und Neigungen dieser Studierendengruppe ist möglicherweise nicht repräsentativ für alle Studierende des Maschinenbaus. Aus diesen Gründen kann dieser Beitrag nur einen Einblick in das derzeitige Nutzungsverhalten bieten, und es bedarf einer größeren Studie, um allgemein gültigere Aussagen treffen zu können.

Methode

Zur Analyse des Nutzungsverhaltens der am Kurs teilnehmenden Studierenden

bietet sich aufgrund seines günstigen Aufwand-Nutzen-Verhältnisses ein digitaler Fragebogen an. Zum einen sind die Studierenden es gewöhnt, Fragebögen etwa im Fall der regelmäßigen Evaluationen auszufüllen. Zum anderen ist die digitale Form (OPAL-Onyx) den Studierenden aus verschiedenen Prüfungssituationen bekannt, und es gibt daher weniger Vorbehalte.

Um die Fragestellungen auszuarbeiten und anschließend zu strukturieren, wurden Aspekte zu der Thematik zunächst in einer Mindmap zusammengetragen [3]. Dabei stellte sich heraus, dass sowohl das Nutzungsverhalten der Studierenden eher am Beginn des Semesters als auch die Änderung des Nutzungsverhaltens während des Semesters von Interesse sind. Daher wurde der Fragebogen zweistufig ausgebaut. Während der erste Teil den Kenntnisstand zu den fachspezifischen Simulationsmethoden sowie zu KI-Methoden in der Mitte des Semesters erfragte, konzentrierte sich der zweite und deutlich kürzere Teil am Ende des Semesters auf die Einstellungen und Erfahrungen zu den KI-Methoden.

Neben den inhaltlichen Aspekten des Fragebogens können auch äußere Rahmenbedingungen Einfluss auf die zustande kommenden Antworten haben. Daher wurden die Fragebögen mit ausreichender Zeit in der Lehrveranstaltung angekündigt und auf Bedeutung für die Weiterentwicklung der Lehrveranstaltung hingewiesen. Es wurde für die Durchführung ausreichend Zeit zu Beginn der Präsenzlehrveranstaltungen gegeben, sodass die Motivation gefördert wurde, an der Befragung teilzunehmen.

Darüber hinaus wurden die Fragen nach bestem Wissen neutral formuliert, um keine vermeintlich „sozial erwünschten“ Ergebnisse zu erhalten. Ferner wurden, wenn immer möglich, quantifizierbare Ergebnisse abgefragt wie etwa: „Wie oft haben Sie in den zurückliegenden 12 Monaten Methode xy angewendet?“, statt zu

fragen: „Wie hoch ist ihr Interesse an Methode xy?“. Zudem wurde die Single- und Multi-Point-Frage derart gestellt, dass Ja-sage- und Neinsage-Tendenzen begegnet wurde und dass keine Mittelkategorie vorgegeben wurde, um eine Tendenz zur Unentschiedenheit zu verhindern. Zudem wurden „Ehrlichkeitstests“ eingebaut, indem auch Phantasieantwortmöglichkeiten vorgegeben wurden.

Auf die Erhebung soziodemografischer Daten wurde aufgrund der geringen Anzahl an Teilnehmern verzichtet. Dies stünde dem Prinzip der Anonymität entgegen.

Ergebnisse

Die Beantwortungen der Fragebögen wurden am 06.12.23 und 31.01.24 durchgeführt. Es nahmen neun bzw. acht Personen an der Befragung teil. Die durchschnittlich benötigte Zeit lag einmal bei knapp neun Minuten und beim zweiten Mal wurde sie aufgrund der geringen Teilnehmendenanzahl nicht vom System erfasst, sollte wegen des deutlich kleineren Umfangs aber signifikant niedriger liegen. Auf die Erhebung soziodemografischer Daten wurde wie erläutert verzichtet. Der überwiegende Teil der Befragten studiert im Diplomstudiengang Maschinenbau, in der Studienrichtung Leichtbau im neunten Fachsemester in Modulen, die überwiegend analytische Fähigkeiten erfordern. Zudem ist der überwiegende Teil der Befragten männlich und spricht deutsch als Muttersprache.

Die Antworten zu den Simulationsmethoden legen den Schluss nahe, dass die selbst eingeschätzten Fähigkeiten zu Simulationsmethoden mit dem Programm Siemens Femap, das im sechsten Fachsemester vermittelt wird, überwiegend als „eher sicher“ bewertet werden. Zurückzuführen ist das neben dem als erfolgreich wahrgenommenen Lern-Lehr-Konzept im Fach Simulationstechnik [4] vor allem auf die weitere Anwendung der Software im Rahmen von Lehrveranstaltungen und Studienarbeiten. Siemens Femap wird dabei auch am meisten verwendet.

In Bezug auf die KI-Methoden haben die Studierenden überwiegend erste Erfahrungen sowohl aus persönlichem Interesse als auch im Rahmen Ihres Studiums gesammelt, wobei hier im Wesentlichen die Verwendung von Chatbots wie etwa ChatGPT im Vordergrund stand (62,5 %).

Ansonsten wurde noch die Möglichkeit des maschinellen Übersetzens genutzt (37,5 %). Andere Methoden der KI kamen nicht zum Einsatz.

Die Studierenden beherrschen verschiedene Programmiersprachen in Grundsätzen. Regelmäßig eingesetzt werden Mat-Cad und Python (je 25 %). Daneben wurde noch von 50 % der Befragten angegeben, dass ein Projekt in C# umgesetzt wurde, was sicherlich auf die Lerninhalte des Moduls Informatik zurückzuführen ist.

Generell wird die Bedeutung des Moduls Informatik als „wichtig“ angesehen (62,5 %), wobei der subjektiv empfundene Lernerfolg überwiegend als gering eingeschätzt wird (75 %). Die überwiegende Mehrheit der Studierenden fordert mehr Lerninhalte zur Informatik und den KI-Themen, gibt aber gleichzeitig an, sich höchstens „ein paar Mal im Monat“ zu diesen Themen auszutauschen oder weiterzubilden.

Als Ergebnis der zweiten Befragung bleibt im Wesentlichen festzuhalten, dass zum einen die Häufigkeit der Nutzung von KI-Methoden zugenommen hat, und zum anderen bei den Fragen nach Chancen und Risiken der KI der Anteil der Kategorie „Weiß nicht / Keine Antwort“ signifikant abgenommen hat, was auf eine stärkere Auseinandersetzung mit dem Thema schließen lässt.

Fazit

KI-Methoden verändern den Berufsalltag ebenso wie die akademische Lehre. Um zukünftig auf diese Trends reagieren zu können, ist der Blick der Studierenden einzubeziehen. Der vorliegende Beitrag gibt einen Einblick in das Nutzungsverhalten von Studierenden in Bezug zu KI- und Simulationsmethoden.

Literatur

- [1] A. Menn: Ein Jahr ChatGPT: Diese Grafiken zeigen, wer die Gewinner des KI-Hypes sind. Wirtschaftswoche, 30.11.2023. [Link](#)
- [2] N. Weimann-Sandig: ChatGPT – Eine Chance zur Wiederbelebung des kritischen Denkens in der Hochschullehre. Hochschulforum Digitalisierung. 16.02.2023. [Link](#)
- [4] B. Aschemann-Pilshofer, E. Prensberger: Wie erstelle ich einen Leitfaden? – Ein Leitfaden für Praxis. 2. Auflage (2001). [Link](#)
- [5] M. Kutzt, B. Grüber, C. Kirvel, N. Modler, M. Gude: Virtuell² – Simulationspraktikum im digitalen Raum. Bd. 2 Nr. 1 (2022): Lessons Learned. [Link](#)

Rückgang der Präsenzbeteiligung in einer Grundlagenvorlesung – ein Konzept für eine Zukunft des akademischen Diskurses in Präsenz

S. Odenbach

Magnetofluidodynamik, Mess- und Automatisierungstechnik, Fakultät Maschinenwesen, TU Dresden

Ausgangssituation

Die durch die Corona-Pandemie hervorgerufenen Veränderungen in der Lehre und die damit verbundene Bereitstellung digitaler Lehr-/Lernmaterialien haben dazu geführt, dass keine zwingende Notwendigkeit zur Teilnahme an Präsenzveranstaltungen mehr besteht. Während in den Corona-Tagen der Wunsch der Studierenden nach Präsenzveranstaltungen außerordentlich groß war, zeigt sich in den letzten Semestern eine deutliche Abnahme der Bereitschaft zur Teilnahme an Präsenzveranstaltungen. Dabei muss beachtet werden, dass das Phänomen naturgemäß nicht so stark bei Spezialvorlesungen greift. In solchen Veranstaltungen, in denen Studierende entsprechend ihrer Neigungen Fächer auswählen und diese in kleinen Gruppen besuchen, ist das Fernbleiben eher unüblich.

Das Phänomen scheint sowohl fach- als auch universitätsübergreifend zu existieren. Die Verweigerung der Teilnahme an Präsenzveranstaltungen beschränkt sich nicht nur auf Veranstaltungen, in denen digitale Lehr-/Lernmaterialien zur Verfügung gestellt werden, sondern betrifft auch Veranstaltungen wie Rechenübungen und Konsultationen. Dies stellt eine ernsthafte Bedrohung des universitären Lehrkonzepts dar, da dieses den akademischen Austausch zwischen Lehrenden und Lernenden, aber auch und insbesondere zwischen den Studierenden, als maßgebliche Komponente voraussetzt. Die Förderung des Verständnisses komplexer Zusammenhänge durch den direkten Austausch zwischen den Studierenden ist seit jeher eine fundamentale Komponente des akademischen Lernens gewesen.

Daher muss überlegt werden, in welcher Weise es möglich ist, die Studierenden wieder zur Teilnahme an Präsenzveranstaltungen zu bewegen. Dies einfach dadurch erreichen zu wollen, dass keine

digitalen Lehr-/Lernmaterialien mehr angeboten werden, scheint rückwärtsgerichtet und einer Modernisierung der Lehre vollkommen abträglich.

Zudem würde dies nur für Veranstaltungen funktionieren, in denen digitale Materialien zur Verfügung gestellt werden, also zum Beispiel Vorlesungen, in denen es Videoaufzeichnungen gibt. Gerade in begleitenden Veranstaltungen wie Übungen oder Konsultationen ist eine derartige Bereitstellung unüblich, sodass der Entzug der entsprechenden Materialien hier nichts bewirken könnte.

Die Problematik fokussiert sich, wie schon erwähnt, auf den Bereich des Studiums, der grundsätzlich die größten Schwierigkeiten bereitet: die großen Veranstaltungen in den Grundlagenfächern. In diesen Fächern, die für den Studienerfolg von zentraler Bedeutung sind, ist die Präsenzverweigerung in Übungen und ähnlichen Veranstaltungen für die Studierenden fatal. Gleichzeitig ist es in derartigen Veranstaltungen, insbesondere im Ingenieurwesen, wo von großen Kohorten gesprochen werden muss, ausgesprochen schwierig, neuartige Lehrszenarien zu implementieren.

Veranstaltung im Fokus

In diesem Beitrag soll ein bisher nicht erprobtes Konzept vorgestellt werden, mit dem eine Verbesserung der Präsenzbereitschaft in einer Grundlagenveranstaltung des Ingenieurwesens erreicht werden soll. Die zweisemestrige Veranstaltung "Mess- und Automatisierungstechnik" an der Fakultät Maschinenwesen der TU Dresden ist als Kombination aus Vorlesungen, Rechenübungen und Praktikum mit zugehörigen Konsultationen ausgelegt. Das Praktikum wurde im Rahmen der Corona-Pandemie durch eine neue Struktur – die sogenannten Praktika@Home [1-3] – ersetzt. Zu diesen in Heimarbeit

durchgeführten Praktikumsversuchen gehören Konsultationen, die den Studierenden die Möglichkeit geben sollen, offene Fragen miteinander und im Zusammenwirken mit den Lehrenden zu klären. Wir beobachten in der Veranstaltung seit der Corona-Pandemie eine signifikant gesunkene Bereitschaft zur Teilnahme an Präsenzveranstaltungen (siehe Abbildung 1).

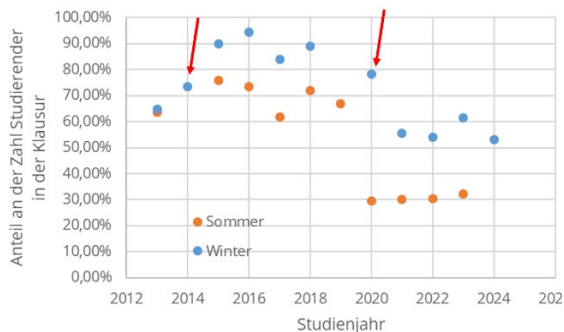


Abb.1: Entwicklung der Präsenzteilnahme im Modul MAT – die beiden Pfeile markieren besondere Einschnitte: im Sommer 2014 wurden die Lerngruppenbriefe eingeführt, was zu einer signifikanten Erhöhung der Präsenz in den Übungen führte im Sommer 2020 wurde der Präsenzbetrieb durch die Corona-Pandemie unterbrochen.

Während dies in den Vorlesungen durch die zur Verfügung gestellten Vorlesungsvideos kompensiert werden kann, ist es für Rechenübungen und Praktikumskonsultationen fatal. Die Veranstaltung ist mit knapp 300 Teilnehmenden eine vergleichsweise große Veranstaltung, was den Methodenbaukasten für eine Veränderung signifikant begrenzt. Hinzu kommt, dass durch administrative Schwierigkeiten an der TU Dresden aktuell in Pflichtmodulen keine Veränderungen der Modulbeschreibungen vorgenommen werden können, da entsprechende Änderungssatzungen der Studiendokumente nur sehr langfristig zu erreichen sind. Gleichzeitig haben die Ergebnisse der Klausur im Sommersemester 2024 deutlich gezeigt, dass Fragen, die Bezug auf Themen aus den Konsultationen nehmen, aber auch Aufgaben, die direkt mit den in den Rechenübungen erarbeiteten Konzepten zusammenhängen, signifikant unterdurchschnittlich im Ergebnis geblieben sind. Dies bestätigt die Tatsache, dass die Abwesenheit in Präsenzveranstaltungen dem Gesamtlernerfolg außerordentlich abträglich ist

Konzept

Bei der Entwicklung eines neuen Ansatzes, der das Thema Präsenz in den Vordergrund stellt, haben wir erfolgreich etablierte neue Lehr-/Lernformate aus den letzten Jahren als Grundlage verwendet. Dies gilt insbesondere für die Veranstaltungen "Grundlagen der Rheologie" [4, 5] und "Chat GPT – Data, lös' mir mein Problem" [6], die in den letzten Lessons Learned Veranstaltungen vorgestellt wurden.

Die Planung für das kommende Wintersemester sieht folgendermaßen aus:

- Es werden drei Themenkomplexe in der Vorlesung identifiziert, die einen möglichst engen Bezug zu den drei im Semester durchzuführenden Praktikumsversuchen haben.
- Zu diesen Themen werden die Studierenden Aufgaben unterschiedlichster Natur bekommen, die sie vollständig selbstständig lösen müssen. Die Bearbeitung dieser Aufgaben wird in den Zweiergruppen durchgeführt, die auch die Praktikumsversuche gemeinsam durchführen.
- Die verschiedenen Aufgaben werden dabei das gesamte thematische Spektrum des entsprechenden Themenblocks abbilden.
- Die entsprechenden thematischen Hintergründe werden in der Vorlesung zukünftig nicht mehr behandelt, um den benötigten zeitlichen Spielraum für diese Heimarbeit zu gewinnen. Daher werden die entsprechenden drei Vorlesungen ausfallen. Auf diese Weise kann auch verhindert werden, dass der in der Vorlesung entstehende Platz durch die Eigenbearbeitung der Themen durch die Studierenden genutzt wird, um mehr Stoff in die Veranstaltung zu pressen.
- Die thematischen Blöcke werden dann an drei Thementagen diskutiert.
- An diesen Thementagen werden jeweils vier Zweiergruppen, die einen der Aufgabenblöcke bearbeitet haben, zu Arbeitsgruppen zusammengefasst, die in einer Arbeitsphase zunächst ihre Ergebnisse diskutieren und visualisieren sollen.
- Im Anschluss an diese Arbeitsphase werden die entsprechenden Ergebnisse

im Plenum vorgestellt, wobei die Betreuenden der Thementage korrigierend in die Diskussion eingreifen dürfen.

- In einer zweiten Arbeitsphase werden die Studierenden dann mit neuen Aufgaben konfrontiert, die auf den von ihnen in der Heimarbeit erarbeiteten Grundlagen aufbauen und gleichzeitig andere Felder, die in der ersten Plenumsrunde vorgestellt wurden, mit einbeziehen.
- Die entsprechenden Ergebnisse werden in der zweiten Plenumsrunde vorgestellt.
- In einer dritten Arbeitsphase sollen dann alle Studierenden die wesentlichen Erkenntnisse des Thementages zusammenfassen und in einer abschließenden Diskussion vorstellen.

Um die durch die Heimarbeit erbrachten Leistungen in die Bewertung einfließen zu lassen und gleichzeitig die Bereitschaft zur Teilnahme an den Thementagen zu erhöhen, werden die Hausarbeiten in die Praktikumsbenotung integriert. Für die aktive Teilnahme an den Thementagen wird es Zusatzpunkte zur Klausur geben. Gleichzeitig wird das inhaltliche Konzept der Abschlussklausuren umgestellt und verstärkt auf die Ergebnisse der Thementage ausgerichtet. Parallel zu den Thementagen wird es weiterhin, allerdings in reduziertem Umfang, Rechenübungen geben. Anstelle der bisher erprobten Austauschkonsultationen im Praktikum wird es reine Fragekonsultationen geben.

Das Ziel ist, die Studierenden wieder in die Präsenzveranstaltungen zurückzuführen, ihnen durch das spezielle Format die Freude am akademischen Austausch zu vermitteln und damit die Präsenzbereitschaft insgesamt zu steigern. Ergebnisse zum Erfolg oder Misserfolg dieses Konzepts werden erst nach dem Wintersemester 2024/25 vorliegen. Von daher wird der entsprechende Beitrag im Lessons Learned Journal erst im Sommer 2025 erscheinen.

Aktuell soll der Beitrag als Diskussionsanregung für die nachfolgende Diskussion zum Präsenz-Problem dienen.

Literatur

- [1] S. Odenbach, J. Morich, L. Selzer: Praktikum ohne Präsenz – geht das?, Lessons Learned

1,1/2 (2021)

<https://doi.org/10.25369/ll.v1i1/2.6>

- [2] L. Selzer, B. Bust, J. Morich, S. Odenbach: Regelkreisversuch - „vom Prototyp zur Massenware“, Lessons Learned 2, 1 (2022)
<https://doi.org/10.25369/ll.v2i1.44>
- [3] C. Wermann, B. Schlegel, S. Odenbach: Entwicklung und Auswertung der Evaluation von Praktika@home, Lessons Learned 2, 2 (2022)
<https://doi.org/10.25369/ll.v2i2.62>
- [4] S. Odenbach, D. Borin, B. Schlegel, B. Bust: Grundlagen der Rheologie: Der Weg zu einem Blended Learning Format, Lessons Learned V, Book of Abstracts
- [5] S. Odenbach, B. Schlegel: Erhöhung der Studierenden-Aktivität in inhaltsintensiven Lehrveranstaltungen – Der Weg zu einem Blended-Learning-Format, Neues Handbuch Hochschullehre 115 (2024)
- [6] S. Odenbach, B. Schlegel, C. Wermann, C. Czichy, B. Bust: ChatGPT: Data lös mir mein Problem - Die Verwendung von AI im ingenieurwissenschaftlichen Studium, Lessons Learned V, Book of Abstracts

Belegarbeit Maschinenelemente

T. Rosenlöcher, B. Schlecht

Lehrstuhl Maschinenelemente, Institut für Maschinenelemente und Maschinenkonstruktion, Fakultät Maschinenwesen, TU Dresden

Im Fach Maschinenelemente wird die Vermittlung des Lehrinhalts in den Vorlesungen, den Übungen und dem Vorrechnen durch die semesterübergreifende Erstellung einer Belegarbeit ergänzt, in dem die gewonnenen Erkenntnisse zur Auslegung und Gestaltung von Maschinenelementen selbständig zur Gestaltung einer Baugruppe eingesetzt werden sollen. Die Betreuung der Belegarbeit wurde um die Möglichkeit einer wöchentlichen Abgabe und Korrektur von Zwischenergebnissen ergänzt, die aufgrund der Vielzahl an erforderlichen Berechnungen und Zwischenergebnissen sowie der Anzahl der teilnehmenden Studierenden nicht händisch erfolgen kann. Die Umsetzung der Belegbewertung, die damit verbundenen Herausforderungen und gesammelten Erfahrungen sind nachfolgend zusammengefasst.

Maschinenelemente

Die Studierenden des dritten und vierten Semesters erlernen im Rahmen von drei Semesterwochenstunden Vorlesung, zwei Semesterwochenstunden Übung und dem Vorrechnen im Sommersemester die für den Maschinenbau wichtigen Grundkenntnisse. Zu Beginn des Wintersemesters wird in der Vorlesung auf die Ermittlung von Lastannahmen und die Festigkeitsberechnung eingegangen, welche die Grundlagen für die weiteren rechnerischen Nachweise für die verschiedenen Maschinenelemente bilden. Darauf aufbauend erlernen die Studierenden die Vorgehensweise zur Auslegung sowie die Grundregeln zur Konstruktion von Wellen, die Gestaltungsmöglichkeiten von Verbindungen zwischen Wellen und Naben sowie die Berechnungs- und Gestaltungsregeln für Schraubverbindungen, Federn und Kupplungen. Die Übungen dienen zur selbständigen Anwendung des erlernten Wissens anhand von Aufgaben zu den unterschiedlichen Themengebieten. Eine detaillierte Erläuterung zu Beginn der wöchentlich stattfindenden Veranstaltungen

ermöglicht einen schnellen Einstieg in die Fragestellung und unterstützt bei der Handhabung der Formeln sowie Schaubilder und bereitet die eigenständige Bearbeitung der Aufgaben vor. Das Vorrechnen im Sommersemester zeigt vertiefend die Lösungsfindung anhand von verschiedenen Berechnungsaufgaben.

Ergänzend zu den Lehrveranstaltungen für den Studiengang Maschinenbau werden die Grundlagen der Maschinenelemente für die Studiengänge Mechatronik, Regenerative Energiesysteme, Wirtschaftswissenschaft und Textil- und Konfektionstechnik als Konstruktionslehre angeboten. Aufgrund der Halbierung der Semesterwochenstunden gegenüber dem Modulumfang für den Studiengang Maschinenbau werden nur ausgewählte Themen mit einem verringerten Umfang behandelt. Vor allem im Rahmen der Übungen wird deutlich, dass die von den Studierenden einbringbaren Vorkenntnisse sehr unterschiedlich sind und bei der Einführung zu den einzelnen Lehrveranstaltungen berücksichtigt werden müssen.

Belegarbeit

Alle genannten Studiengänge erarbeiten im Laufe der Modullaufzeit eine Belegarbeit, in der das erworbene Wissen zur Auslegung und konstruktiven Gestaltung einer Baugruppe, bestehend aus einer Welle mit Lagerung, einem Zahnrad und einer Riemenscheibe angewendet und vertieft werden soll. Die Baugruppe ist dem Studiengang Maschinenbau bereits aus Lehrveranstaltungen im zweiten Semester bekannt. Den Studierenden sind in Abhängigkeit vom ersten Buchstaben des Vor- und Nachnamens unterschiedliche Vorgaben für den zu verwendenden Wellenwerkstoff, zum Lagerabstand, der Position des Zahnrades und der Riemenscheibe, zur Leistung und zu den Verzahnungsparametern gegeben. Auf Grundlage dieser Daten müssen zur Bearbeitung des Beleges im ersten Schritt die wirkenden Kräfte am Zahnrad und an der

Riemenscheibe bestimmt und die resultierenden Auflagereaktionen ermittelt werden. Mit Kenntnis der Lagerkräfte, der Biegemomente und des Torsionsmomentes kann eine überschlägige Ermittlung des erforderlichen Wellendurchmessers im Bereich der höchsten Beanspruchung erfolgen. Für den vorliegenden Mindestwert des Wellendurchmessers gilt es im Weiteren die Passfeder- bzw. Querpressverbindung auszulegen, durch Vergrößerung des Durchmessers einen Absatz für das Festlager zu schaffen sowie die Schraubenverbindung zwischen Riemenscheibe und Welle auszulegen. Wellenabsätze und Passfedernuten stellen kritische Bereiche für eine dauerfeste Auslegung der Welle dar, so dass der Nachweis der Dauerfestigkeit an diesen zwei Stellen der Welle zu führen ist. Abschließend sind die Lagerlebensdauern für das Fest- und Loslager zu bestimmen und auf Grundlage der erarbeiteten geometrischen Parameter eine fertigungsgerechte Einzelteilzeichnung und eine Zusammenbauzeichnung der Baugruppe mit Gehäuse zu erstellen. Abgegeben wird der Beleg mit der vollständigen Dokumentation der Berechnung, den Zeichnungen, einer Stückliste und einer Montagebeschreibung. Die Betreuung der Belegarbeit erfolgt in den Übungen, in einem Forum in der Lernplattform OPAL und zum Teil individuell nach Lehrveranstaltungen, in persönlichen Gesprächen und E-Mails. Aufgrund der langen Bearbeitungszeit über die gesamte Modullaufzeit haben die Studierenden in der Vergangenheit tendenziell sehr spät mit der Bearbeitung begonnen, wodurch vor allem in den letzten Wochen vor dem Abgabetermin durch das Aufkommen einer Vielzahl an Fragen die Durchführung von Übungen erschwert wurde und die Belegbetreuung einen enormen zeitlichen Aufwand, konzentriert auf einen kurzen Zeitraum, mit sich brachte. Vor allem in den Übungen zur Konstruktionslehre waren mehrere zusätzliche Tutoren zur Beantwortung der Fragen erforderlich.

Kontinuierliche Belegbetreuung

Getrieben durch den hohen Lehr- und Betreuungsaufwand zum Ende jeder Vorlesungszeit im Wintersemester im Fach Konstruktionslehre galt es ein Werkzeug zu schaffen, welches Studierende frühzeitig dazu bewegt, den Lehrinhalt, der in

den Übungen vermittelt wird, möglichst direkt im Anschluss zur Bearbeitung der Teilaufgaben des Beleges zu nutzen. Dadurch sollen sich die erarbeiteten Kenntnisse zeitnah vertiefen und festigen, offene Fragen zu den einzelnen Teilaufgaben direkt im Forum oder der Lehrveranstaltung klären lassen, idealerweise vergleichbare Fortschritte bei der Bearbeitung bei allen Studierenden einstellen und Studierende vermeiden lassen, die erst kurz vor Ende der Bearbeitungszeit beginnen. Als Anreiz für die Studierenden wird eine wöchentliche Zwischenkontrolle der Ergebnisse angeboten, die jedoch aufgrund der mehr als 60 eingeschriebenen Studierenden nicht händisch erfolgen kann.

Zur Umsetzung der angestrebten Zwischenkontrollen erfolgt die vollständige Abbildung des Berechnungsvorganges für den Beleg unter Berücksichtigung der zuvor beschriebenen Variantenvielfalt in MATLAB. Neben dem Einpflegen von Formeln, ist es erforderlich Tabellen für Passfederverbindungen, Schraubverbindungen, Toleranzen sowie Lager zu implementieren sowie Schaubilder, die nicht mit Formeln beschrieben werden können, programmtechnisch abzubilden. Den Studierenden wird eine Ergebnisübersicht als EXCEL-Tabelle zur Verfügung gestellt, in der die Berechnungsergebnisse eingetragen werden können. Diese Datei kann in der Lernplattform OPAL in einen Abgabebis zu einer festgelegten Abgabefrist hochgeladen werden.

Das Herunterladen der Dateien muss anschließend manuell erfolgen. Die Ergebnisübersichten liegen in einer komplexen Ordnerstruktur in einem komprimierten Archiv vor. Mit Hilfe von MATLAB werden diese Archive automatisch entpackt, eine Liste der Studierenden erstellt, die eine Datei hochgeladen haben, die Ergebnisübersichten einzeln geladen, Angaben zur Person sowie die wesentlichen Eingabedaten ausgelesen, mit Hilfe dieser Daten die Ergebnisse für die jeweilige Belegvariante berechnet, diese mit den eingetragenen Werten verglichen und die Richtigkeit mit rot bzw. grün in der Übersicht gekennzeichnet. Gleichzeitig wird eine Bewertungstabelle erstellt, in der die Ergebnisse der Korrektur für jeden Studierenden gespeichert werden. Nach erfolgreicher Korrektur der Übersichten kann mit

Hilfe eines weiteren Skriptes das Versenden der Belege als E-Mail automatisch erfolgen. Bei einem fehlerfreien Durchlauf des Korrekturprozesses ist vor allem der Umgang mit den EXCEL-Dateien rechenintensiv, so dass in Abhängigkeit von der verfügbaren Rechentechnik die Korrekturzeit zwischen 15 und 30 Sekunden pro Beleg beträgt. Eine rechenzeitorientierte Optimierung der Skripte erfolgte nicht.

Einsatz in der Praxis

Im Wintersemester 2022/23 wurde die Kontrolle der Zwischenergebnisse für Studierende im Fach Konstruktionslehre erstmalig angeboten. Um Probleme beim Ausfüllen und Austausch der Datenblätter zu vermeiden, wird die Vorlage zum Eintragen der Zwischenergebnisse zu Beginn ungeschützt zur Verfügung gestellt. Erste Herausforderungen ergeben sich in der Angabe der entsprechenden Variante zur Kontrolle der namensabhängigen Parameter. Die Angabe soll mit der Variantennummer erfolgen, häufig werden jedoch die Anfangsbuchstaben oder der Buchstabenbereich eingetragen, so dass zeitnah die freie Eingabe durch eine Auswahlliste ersetzt wird. Eine vergleichbare Vorgehensweise ist für die Eingabe der Wellen- und Bohrungstoleranzen (bspw. H7) zum Nachrechnen des Querpresssitzes erforderlich. Weitere Herausforderungen ergeben sich durch die Verwendung des Punktes anstelle des Kommas als Dezimaltrennzeichen in den Ergebnisübersichten, da dies in dem Skript nicht von Beginn an geprüft und anstelle numerischer Werte, Text übergeben wird. Nachträglich wird eine Prüfung der Eingabewerte und ggf. eine Konvertierung in dem Skript ergänzt. Zusätzlich werden die Zellen zur Eingabe der Werte in die Ergebnisübersichten formatiert und die Arbeitsblätter geschützt. Häufige Nachfragen zur ausstehenden Rücksendung der Belegkorrektur ergeben sich aufgrund des Hochladens von PDF-Dateien anstatt der EXCEL-Übersichten, durch fehlende Angabe des Namens, Vertauschen des Vor- und Nachnamens und fehlende oder falsche Matrikelnummern, die zur Ermittlung der E-Mail-Adressen für die Rücksendung erforderlich sind.

Während der Erarbeitung des Skriptes wurde eine EXCEL-Datei zur Berechnung von Zwischenergebnissen für den Beleg

sowie verschiedene Übungsaufgaben genutzt, um die programmierten Bausteine zu prüfen. Trotz der intensiven Vorbereitung und Kontrolle des Skriptes mussten im Laufe der Zwischenkontrollen Korrekturen an den Berechnungen vorgenommen werden. In den Gesprächen mit einzelnen Studierenden und der Diskussion des Rechenweges konnten Fehler gefunden und in den Skripten korrigiert werden. Die vorgenommenen Korrekturen führten jedoch zum Teil dazu, dass die korrekten Ergebnisse der Vorwoche in der nachfolgenden Korrektur falsch waren. Der Unmut der Studierenden ist mit zusätzlichen Terminen zur Zwischenabgabe zu besänftigen gewesen.

Zusammenfassung

Der mit der Korrektur der Ergebnisübersichten verbundene zeitliche Aufwand war im Wintersemester 2022/23 sehr hoch. Mindestens einmal pro Woche war neben der Durchführung der Korrekturen die Anpassung des Skriptes zum Abfangen von falschen Eingaben oder Formatierungsfehlern erforderlich. Hinzu kamen umfangreiche Fragen im Forum, als E-Mail und in persönlichen Gesprächen. Das erarbeitete Skript und die Vorlage kommen seit dem Sommersemester 2023 auch im Fach Maschinenelemente zum Einsatz. Der damit verbundene zeitliche Aufwand hat sich deutlich reduziert.

Im Studienjahr 2023/24 wurde erstmalig die Zwischenabgabe der Ergebnisübersichten über die Moduldauer von zwei Semestern zwischen Anfang November und Ende Mai insgesamt 19 Mal angeboten. 93,4 % der Studierenden haben die Möglichkeit zur Zwischenabgabe mindestens einmal wahrgenommen. Im Durchschnitt haben die Studierenden die Zwischenabgabe 5,7-mal genutzt. Eine exemplarische Auswertung der erreichten Leistungen in Bezug auf die Anzahl der genutzten Zwischenabgaben für den genannten Zeitraum zeigt, dass durchschnittlich eine Abgabe erforderlich war, um den Beleg zu bestehen und der Notendurchschnitt bis zur sechsmaligen Nutzung der Zwischenabgaben kontinuierlich bis auf 2,0 angestiegen ist. Die Benotung ergibt sich zu gleichen Anteilen aus den korrigierten Berechnungsergebnissen und den Zeichnungen. Eine statistische Auswertung im Längsschnitt wird in Zukunft möglich sein.

Challenges during the implementation of multilingual clothing engineering courses in the online learning platform Moodle

H. Saeed, A. Naake, Y. Kyosev

Chair of Development and Assembly of Textile Products, Institute of Textile Machinery and High Performance Material Technology, Faculty of Mechanical Engineering at the Technical University in Dresden, TU Dresden

In European universities, the language barrier often obstructs collaboration and knowledge exchange in textile and clothing studies, which are predominantly taught in the local languages of EU-27. To address this challenge as well as to enhance the online learning experience of students, the E-DRESS project has been initiated as a collaborative partnership among four prestigious European institutions: TU Dresden, Germany; TU Liberec, Czech Republic; TU Lodz, Poland; and TU Iasi, Romania.

The project aims to develop a multilingual educational Platform according to the needs of students of partner universities and provide equal opportunity to learn mutually developed courses of clothing studies.

E-DRESS aims to develop educational content for engineering students through cooperation. The following courses are developed by the project consortium:

1. Assembling machines and technology,
2. Production organization and logistics,
3. Clothing comfort, and
4. Digital garment pattern-making and product development

The developed content addresses the needs of engineering students of all partner HEIs.

The primary course content is developed in the English language. After course development, it went through rigorous quality assurance processes before being approved. After approval of the courses, the translation into the local languages of the partner countries was started. These translated materials are now being uploaded onto an open-access Moodle platform. Moodle is an open-access platform which will enable students from partner universities to access and engage with the content. Moreover, the platform facilitates

seamless interaction between students and teaching staff from partner institutions, fostering a collaborative learning environment across linguistic boundaries. The E-DRESS project represents a significant step towards breaking down language barriers in clothing education, promoting international cooperation, and facilitating knowledge exchange among European universities. As the project enters in its last phase where the platform will be tested with students in summer semester in 2024, it's all modalities and features will be tested in all partner HEI's. The project is poised to make a substantial impact on the educational landscape, empowering students and educators alike to collaborate and thrive in a multilingual academic environment within project partnership. The project will also impact the clothing sector of EU 27 which has a 147 billion € annual turnover and employs 1.3 million persons in 143000 companies. [1]

In this work are presented several challenges of the implementation of engineering material full with equations and images in five language in Moodle. Different trials for solutions are discussed and finally a summary with recommendations for implementing multiple-language content for different szenarios are provided.

Acknowledgement

The E-DRESS project has received funding from the European Union's Erasmus + under the programme line of Cooperation partnership in higher education with Grant Agreement No: 2021-1-DE01-KA220-HED-000023124. If necessary, before literature.

Literature

- [1] Euratex, "Facts & Figures 2022.," 2022. [Online]. Available: euratex.eu.

Make it count: Publish your good didactic practices in peer-reviewed journals

S. Schellhammer

Dresden Integrated Center for Applied Physics and Photonic Materials (IAPP) and Institute for Applied Physics, Faculty of Physics, TU Dresden

Introduction

There are lots of interesting and successful teaching and learning concepts and practices at TU Dresden. However, most of them are the result of individual dedication well beyond the official position, possibly even leading to a reduction of the personal research output. While the latter is essential for the academic career and is usually measured by papers, metrics, etc., it is much harder to make good teaching practice count for the next career step. In addition, when people leave their position, their ambitious didactic concepts are rarely continued, also because they are entangled with the personality of the educators and their dedication [1].

Within my contribution, I want to motivate and guide educators to use the same tools as they use for their field-specific research to make their excellent didactic interventions visible: peer-reviewed publications. An experience-based instruction is depicted in Fig. 1 and discussed in the following.

SoTL vs. scholarly teaching

In terms of scientific publications in the field of higher didactics, there are two options for educators: (i) scholarship of teaching and learning (SoTL) and (ii) scholarly teaching. SoTL describes research on self-performed teaching activities usually by using methods from social and educational sciences [2]. Especially educators in STEM fields tend to be overwhelmed by the methods and time required for SoTL projects [3]. This contrasts with scholarly teaching that focuses on the reflected presentation and discussion of didactic concepts including student feedback [4]. While being more "beginner friendly", also a peer-reviewed publication in this second category gives your didactic concept international visibility, allows

educators in your field to reproduce it, and makes your teaching activities count for your academic career.

Choose a journal

In general, there are plenty of serious, well-established, international, and peer-reviewed journals on field-specific higher education research, e.g. Journal of Engineering Education, Journal of Chemical Education, International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, Psychology Learning and Teaching [5,6,7]. Although their impact factor is usually below 2, they are well read by advanced educators. Most of them also include a track for scholarly teaching projects, but it is advised to always check submission guidelines in detail.

Alternatively, you might want to address other faculty members in your specific field, who might not read such journals, with your publication. Especially research-oriented didactic interventions appear relevant for field-specific journals that regularly do not consider manuscripts on teaching and learning. By sending a letter to the editorial board, we already had quite positive responses in the past allowing submission and, after a successful review process, publication [7]. An advantage of such publications is that you can use the regular scientific language of your specific discipline while educational journals require a stronger adaptation to the scientific language of higher didactics research and a more extensive literature research.

Find reference paper(s)

After having determined a suitable journal, it is recommended to identify one or two publications potentially in the same journal which serve as role model for your own publication. This includes the structure of your manuscript, literature in the

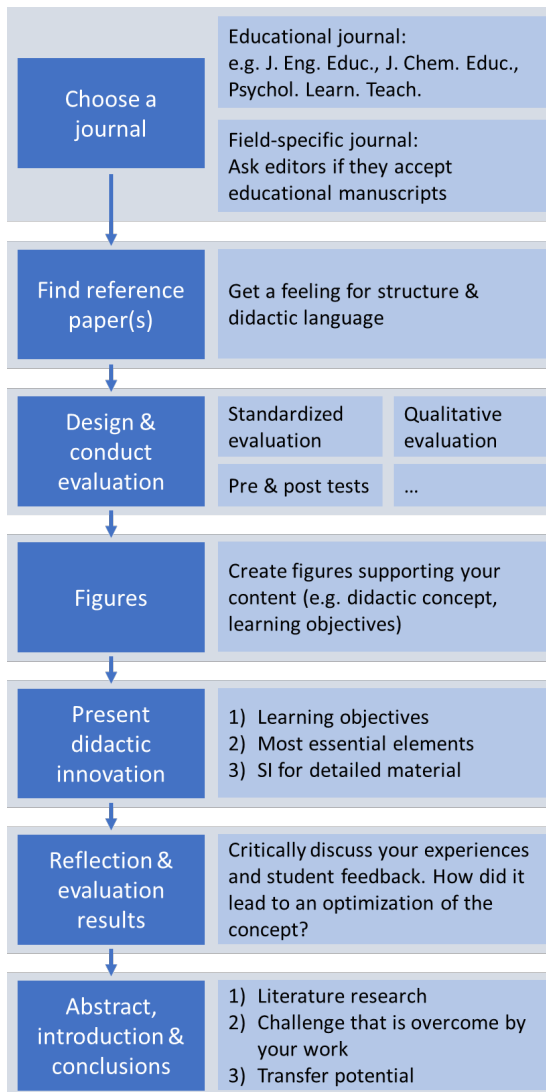


Fig. 1: Schematic work flow to prepare your manuscript on a didactic innovation for a peer-reviewed journal.

field, didactic language, supporting figures, and the assessment of the didactic intervention.

Design & conduct evaluation

Simply by teaching, you might have access to (i) your experiences with respect to student engagement, (ii) unsystematic student feedback, (iii) standardized evaluation results, and (iv) results from student assessment. If all these aspects are available, it might be already sufficient for a scholarly teaching manuscript [5]. Digital didactic interventions can also consider learning statistics [8]. But be aware that, for example, the comparison of student assessment before and after redesigning a course concept might be misleading because the new concept promotes competences that are not properly evaluated by

the assessment method. You can improve the assessment of your didactic intervention by performing a qualitative evaluation. One method that requires little preparation and time is the one-minute paper, where students anonymously reply to one to three questions in writing [6,9]. This delivers not only insights into student satisfaction for specific sessions or didactic methods, but also excellent quotes for your manuscript. To receive qualitative student feedback for the entire didactic concept, the teaching analysis poll (TAP) can be a suitable method [7,10]. Although this method is typically performed by didactic staff members, there exist also variations that are done by the students themselves. More extensive methods, such as pre-tests and post-tests are usually not required at the level of scholarly teaching.

Figures

It might not appear intuitive at first glance how to support a manuscript on a didactic intervention via figures, but, as in regular scientific publications, they are essential to schematically present the key insights. Most of the figures can be self-designed infographics, like Fig. 1 [5-8]. They, for instance, present the change of the learning outcomes between the old and the redesigned didactic concept, the schedule of the course, or results created by the students. Designing these figures first can help to streamline the writing process and develop a consistent story.

Present didactic innovation

The presentation of the didactic intervention in the manuscript should be twofold: (i) essential aspects and reasoning behind them using the learning objectives in the main manuscript and (ii) detailed planning, potentially including various material, in the Supporting Information (SI). The presentation in the main manuscript includes the formal setting and, if reasonable, also a short presentation of the original didactic concept together with its limitations that led to the presented and discussed modifications [7,8]. Its content should be concise and emphasize elements that have the strongest transfer potential. The information in the SI follows a different purpose and should help

other educators to easily replicate and adapt the didactic concept for their teaching activities following the idea of open educational resources (OER) [5-7]. In addition, the SI can also include suggestions for modifications, for example, to transfer an analog concept into a digital one.

Reflection & evaluation results

This section of the manuscript presents a detailed discussion of the efficacy of the didactic intervention based on the learning outcomes by using the educator's experiences and the student feedback. This can include the presentation of various modifications that resulted from these observations as didactic concepts often result from an iterative optimization process.

Abstract, introduction & conclusions

With the central sections of the manuscript finished, the presentation of the didactic intervention requires a suitable framing. The most sophisticated task might be the literature research that compares the contribution with existing publications. Again, the role model publications can deliver some guidance in terms of cited and citing publications. Also, a systematic analysis of the publications in the chosen journal over the last five years might yield a sufficient insight in the relevant field-specific higher didactics community. Publications about the essential didactic methods used are most important as they help to justify their application and to highlight the relevance of the entire manuscript. In terms of field-specific publications, it might be sufficient to transfer established methods, like gamification or inverted classroom, to disciplines, where best practices are still missing to support educators optimizing their courses [8].

Summary

Innovating teaching and learning can and should have an impact on academic careers of educators. Peer-reviewed publications are an established tool to measure the output of faculty members at every hierarchy level. They can be an essential lever to make the commitment in higher education count and give guidance to

other educators around the globe to optimize teaching and learning. In my contribution, I give experience-based guidance for the way from a didactic best practice towards an accepted peer-reviewed publication.

Literature

[1] Schellhammer, K. S.; Kainer, F. Nachhaltige Verstetigung von Lehr-Lern-Konzepten: Wie Lehrveranstaltungen von ihren Entwickler_innen losgelöst werden können. *HDS:journal* **2018**, 49–56.

[2] Huber, Ludwig: Scholarship of Teaching and Learning: Konzept, Geschichte, Formen, Entwicklungsaufgaben. In: Huber, Ludwig et al. (Eds.) *Forschendes Lehren im eigenen Fach. Scholarship of Teaching and Learning in Beispielen*. Bielefeld, *Bertelsmann* **2014**, 19–36.

[3] Fukuzawa, S.; Ashbourne, D.; Rawle, F. Overcoming challenges to impactful SoTL. In: Plews, R. C.; Amos, M. L. (Eds.) *Evidence-based faculty development through the Scholarship of Teaching and Learning (SoTL)*, Hershey, PA, *IGI Global* **2020**, 366–387.

[4] Weimer, M. Enhancing scholarly work on teaching and learning: Professional literature that makes a difference. San Francisco, *Jossey-Bass* **2006**.

[5] Schellhammer, K. S.; Cuniberti, G. Competence-based, research-related lab courses for materials modeling: The case of organic photovoltaics. *J. Chem. Educ.* **2017**, *94*, 190–194.

[6] Frölich, N.; Schellhammer, S. Questionnaire design and sampling procedures for business and economics students: A research-oriented hands-on course. *Int. J. Math. Educ. Sci. Technol.* **2024**, *55*, 1330–1348.

[7] Rothe, N.; Schellhammer, S. Training competences in psychoneuroendocrinology research from the beginning: A first-year student course on stress-related research. *Psychol. Learn. Teach.* in preparation.

[8] Reimann, T.; Liedl, R.; Schellhammer, K. S. Using blended learning to redesign a groundwater management lecture series: Benefits and outcome. *Grundwasser* **2019**, *24*, 177–184.

[9] Stead, D. R. A review of the one-minute paper. *Active Learning in Higher Education* **2005**, *6*, 118–131.

[10] Frank, A.; Kaduk, S. Lernen im Fokus von Lehrveranstaltungsevaluation. Teaching Analysis Poll (TAP) und Bielefelder Lernzielorientierte Evaluation (BiLOE). In: W. D. Webler, W. D.; Jung-Paarmann, H. (eds.), *Zwischen Wissenschaftsforschung, Wissenschaftspropädeutik und Hochschulpolitik. Hochschuldidaktik als lebendige Werkstatt*. Bielefeld, *Universitätsverlag Webler* **2017**, 203–218.

Anne und ihr Traum vom lebenslangen Lernen

B. Schlegel

Zentrum für Weiterbildung, TU Dresden

Anne ist 35 Jahre alt, zweifache Mutter, Chemielaborantin in einem Pharma-Unternehmen. Ihren Traum, Biochemie zu studieren, hat sie an den Nagel gehängt. Als ihr Unternehmen Umstrukturierungen plant, um mehr innovative Projekte umzusetzen, sieht sie doch noch ihre Chance und spricht ihre Chefin auf ein berufs begleitendes Studium an. Diese traut das Anne zu und möchte sie auf jedem Fall im Unternehmen halten, bezweifelt aber, dass das realisierbar ist. Als Alternative schlägt sie Anne eine Weiterbildung vor.

Was wäre, wenn...

... Anne an der TU Dresden eine Weiterbildung machen könnte, die genau aus den Modulen besteht, die Anne gut für die innovativen Projekte qualifizieren würden? Das wäre großartig!

Was wäre, wenn...

... Anne immer wieder Weiterbildungen an der TU Dresden erfolgreich belegt, die sie für ein Studium anerkennen lassen kann, so dass sie am Ende nur noch wenige Module absolvieren muss? Das wäre natürlich für Anne noch viel besser.

Was wäre, wenn...

... Anne Weiterbildungen an unterschiedlichen Unis (europaweit) absolvieren kann und sich sukzessive einen Bachelor- und einen Masterabschluss erarbeiten könnte? Das wäre für Anne genial und würde für eine hohe Durchlässigkeit im Bildungssystem sprechen.

Durchlässigkeit im Hochschulbereich ist eine der Forderungen der Hochschulrektorenkonferenz, da sie individuelle Bildungswege mit den notwendigen Anschlussmöglichkeiten, Chancengerechtigkeit und lebenslanges Lernen ermöglicht bzw. fördert. [1] Angesichts der zukünftigen Herausforderungen einer sich immer schneller wandelnden und unvorhersehbarer werdenden Welt steigt der Druck auf die Universitäten, Bildungsangebote zu flexibilisieren, was nicht nur Vorteile, sondern auch Risiken birgt, die zu diskutieren sind.

Mit dem drastischen Sinken der Studierenden-Zahlen an der TU Dresden und an-

deren Universitäten seit dem Wintersemester 2019/20 [2] wäre auf jeden Fall immer ein Platz für Anne frei und sie sicher eine gern gesehene Gaststudentin.

In diesem Beitrag werden die Möglichkeiten wissenschaftlicher Weiterbildung (WWB) aufgezeigt, die ein hohes Potential an Flexibilität – auch in Richtung Internationalisierung – besitzen. Um die TU Dresden zu einer Weiterbildungsanbieterin zu etablieren, sind unter anderem Voraussetzungen in der Lehre (Abschnitt 3) und im Bereich Organisation und Administration zu bewältigen. Im Abschnitt 4 wird zum letztgenannten Punkt die Rolle des Zentrums für Weiterbildung aufgezeigt.

Möglichkeiten WWB an der TU Dresden

Die individuelle Weiterbildung

Anne meldet sich im Zentrum für Weiterbildung der TU Dresden und bittet um eine individuelle Weiterbildung zu den konkreten Themen, die ihr Unternehmen noch braucht. Sie spricht dazu mit der Studienfachberatung. Gemeinsam wird entschieden, welche Module geeignet sind. Das ZfW fragt bei den Lehrpersonen an, ob Plätze frei sind und wie hoch der Mehraufwand ist (in h) und kalkuliert ein Angebot. Anne sagt zu und startet mit den grundständig Studierenden. Sie absolviert ihre Prüfungen und meldet die Ergebnisse ans ZfW. Das ZfW erstellt für Anne ein Zertifikat. Die Einnahmen werden anteilig an die Kostenstellen der Lehrenden intern leistungsverrechnet.

Diese Form der WWB steht an der TU Dresden bereits zur Verfügung.

Zertifikatskurse und -programme

Annes Unternehmen merkt schnell, wie sinnvoll es ist, Personal an der TU Dresden weiterbilden zu lassen und formuliert einen Bedarf an Kompetenzen und Inhalten für eine größere Gruppe an Personal (ggf. auch aus anderen Unternehmen). Das ZfW bespricht mit den Lehrverantwortlichen, wie diese Bedarfe gedeckt werden können. Es werden bestehende

Module identifiziert, die inhaltlich passen, und es werden möglicherweise weitere Formate konzipiert, wie beispielsweise eine Einführungsveranstaltung und ein begleitendes Tutorium, speziell für Weiterbildungsteilnehmende. Um die aktuellsten Forschungsergebnisse mit einfließen zu lassen, wird im Rahmen eines Projektes ein neues Modul entwickelt, das ebenfalls hervorragend zu den Bedarfen passt, die Annes Unternehmen formuliert hat.

Für derartige Zertifikatskurse (bis 29 Creditpoints) bzw. Zertifikatsprogramme (ab 30 Creditpoints) werden auf Grundlage der Zertifikatsordnung Regelungen entwickelt und feste Preise für Angebote kalkuliert.

Erfolgt die Beschreibung dieser Angebote nach der Empfehlung des Rates der Europäischen Union von 2022 [3], dann können sie als Microcredentials und Microdegrees auch im internationalen Rahmen anerkannt werden.

Diese Form der WWB wird gerade an der TU Dresden entwickelt – einmal im Bereich Deutsch als Zweitsprache, einmal im Bereich Mikroelektronik.

Die TU Dresden als Weiterbildungsanbieterin – Voraussetzungen in der Lehre

Um WWB sinnvoll anzubieten, braucht es unter anderem Folgendes:

- Kenntnis zu den Bedarfen in Wirtschaft und Gesellschaft,
- eine Bedarfserfassung, die auch die persönlichen individuellen Vorstellungen und Ziele erfasst,
- eine Flexibilisierung der Lehre (Möglichkeiten und Kompetenzen der Lehrpersonen zur Anpassung an erhobene Bedarfe),
- eine Reihe von digitalen und Blended-Learning-Angeboten (ortsunabhängige Teilnahme),
- eine begleitende und ergebnisbezogene Evaluation der Weiterbildung für die Anpassung und Verbesserung von Zertifikatsangeboten.

Rolle/Support des ZfW

Bisher übernimmt das ZfW das Teilnehmenden-Management von der Anmeldung und Beratung bis zur Zertifikatsvergabe.

Es begleitet Lehrende (und andere Akteure) bei der Entwicklung von Zertifikatskursen und –programmen und übernimmt die Kalkulation des Angebotes, die Abrechnung sowie interne Leistungsverrechnung. Das ZfW bündelt bestehende wissenschaftliche Weiterbildungen und Erfahrungen, ist Ansprechpartner für alle Fragen rund um die WWB.

Zukünftig bietet sich das ZfW als Projektpartner an, wenn die Entwicklung von WWB zentrales Ziel des Projektes oder im Bereich Transfer/Nachhaltigkeit als untergeordnetes Ziel angestrebt wird. WWB bietet eine besonders nachhaltige Form von Transfer wissenschaftlicher Erkenntnisse, Methoden und Verfahren.

Fazit

Im Rahmen des Lebenslangen Studierens hat Anne mehr Möglichkeiten und ist flexibler in ihrer Karriere-Planung. Ihr Unternehmen profitiert von passgenauen Weiterbildungsangeboten und die Universität profitiert von mehr Personen, die Module absolvieren wollen. Ganz nebenbei helfen die Erfahrungen der Weiterbildungsteilnehmenden, Lehre mit mehr Praxisnähe anzureichern.

Autorin

B. Schlegel, Referentin für wissenschaftliche Weiterbildung am Zentrum für Weiterbildung der TU Dresden

Literatur

- [1] Vogel, Christian: Durchlässigkeit im Bildungssystem. Möglichkeiten zur Gestaltung individueller Bildungswege. Bundesinstitut für Berufsbildung, Bonn, 2017
- [2] Centrum für Hochschulentwicklung: Daten-CHECK 2/2023 Sinkende Zahl an Studienanfänger*innen – eine Detailbetrachtung für Orte und Studienbereiche. <https://hochschuldaten.chen.de/sinkende-zahl-an-studienanfangerinnen-eine-detailbetrachtung-fuer-orte-und-studienbereiche/>
- [3] Rat der Europäischen Union: Empfehlung des Rates über einen europäischen Ansatz für Microcredentials für lebenslanges Lernen und Beschäftigungsfähigkeit, 9237/22, Brüssel, 25.05.2022
- [4] Wissenschaftliche Weiterbildung an der TU Dresden: <https://tu-dresden.de/studium/lebensbegleitend-lernen/berufsbezogene-weiterbildung>

Selbstgesteuertes Lernen und Prüfen in der Vorlesung Ingenieurpsychologie

J. Schmidt, S. Pannasch

Professur für Ingenieurpsychologie und angewandte Kognitionsforschung, Institut für Arbeits-, Organisations- und Sozialpsychologie, Fakultät Psychologie, TU Dresden

Selbstgesteuertes Lernen durch alternative Prüfungsformate

Gute Hochschullehre zielt unter anderem darauf ab, dass Studierende sich aktiv mit Lerninhalten auseinandersetzen, einen eigenen Standpunkt entwickeln und das Gelernte schließlich auch anwenden können. Als weiteres Ziel wird zudem vielfach der Erwerb von Selbstlernkompetenzen genannt. Studierende sollen also in der Lage sein, relevante Fragen selbst zu formulieren und diese unter Zugriff auf geeignete Informationen und Methoden zu beantworten. Dafür sollten Studierende ihre Lernprozesse selbst steuern, indem sie beispielsweise Entscheidungen über Ziele, Inhalte, Quellen, Methoden, Wege, Einschätzungen, Partner, Zeit und Ort ihres Lernens treffen [1]. Interessanterweise können sich solche Wahlmöglichkeiten auch positiv auf Lernergebnis, Autonomieempfinden und intrinsische Motivation auswirken sowie die wahrgenommene Komplexität der Lernaufgaben reduzieren [2].

Dem Ansatz des Constructive Alignment folgend, sollten die Aktivitäten während des Lernprozesses und die Überprüfung der Lernergebnisse in Einklang miteinander stehen [3]. Wenn Studierende selbstgesteuertes Lernen einüben sollen, muss die Prüfung entsprechend so gestaltet sein, dass sie Selbststeuerungsprozesse ermöglicht und fördert.

Ausgehend von diesen didaktischen Überlegungen wurde das Konzept der Prüfungstheke entwickelt [4]. Dabei gibt die Lehrperson einen fachlichen und methodischen Rahmen vor, innerhalb dessen sich die Studierenden für verschiedene Lernaktivitäten entscheiden. Das Ergebnis dieser Lernaktivitäten geht als Teilleistung in eine benotete Portfolioprüfung ein, sodass die Studierenden sowohl Lernprozess als auch Inhalt und Form ihrer Prüfung selbst

steuern. Der Beitrag beschreibt Erfahrungen mit einer Prüfungstheke im Kontext der Vorlesung Ingenieurpsychologie.

Ziele und Aufbau der Vorlesung Ingenieurpsychologie

Die Ziele und Inhalte der Lehre in der Ingenieurpsychologie weichen von der klassischen Lehre in der Psychologie ab. Von zentraler Bedeutung sind die Antworten auf folgende Fragen [5]: (i) Welche Probleme treten auf, wenn Menschen mit technischen Systemen interagieren? (ii) Wie können die Ursachen dieser Probleme auf der Grundlage psychologischer Theorien, systematischer Untersuchungen und empirischer Forschungsergebnisse identifiziert werden? (iii) Wie tragen Verhaltensphänomene, die bei der Interaktion mit technischen Systemen beobachtet werden, dazu bei, psychologische Theorien zu bestätigen oder zu erweitern? Diese Fragen sind zentral bei der Veranstaltungsplanung, wobei hier in die Schwerpunkte Analyse, Design und Evaluation unterteilt wurde.

Die Vorlesung Ingenieurpsychologie ist eine Pflichtveranstaltung im Bachelorstudiengang Psychologie (4. Semester) und kann auch als Wahlfach (z.B. in technischen Studiengängen) sowie im Rahmen des Studium Generale besucht werden. Pro Semester sind 140 bis 170 Studierenden in die Vorlesung eingeschrieben.

Für die Vorlesung wurde eine Prüfungstheke entwickelt und im Sommersemester 2023 erstmalig erprobt. Die Erfahrungen bei der Durchführung sowie die Ergebnisse der begleitenden Evaluation führten zur Überarbeitung der Prüfungstheke für den zweiten Durchlauf im Sommersemester 2024.

Erste Iteration der Prüfungstheke

Für jeden der drei Vorlesungsschwerpunkte (Analyse, Design, Evaluation)

mussten die Studierenden eine Teilleistung für die Prüfungstheke erbringen. Für jede Teilleistung konnten die Studierenden entweder an einem Testat teilnehmen (Beantwortung von Multiple Choice-Fragen) oder je zwei alternative Aufgaben bearbeiten. Mithilfe der alternativen Aufgaben konnten die Studierenden ausgewählte Vorlesungsinhalte vertiefen und anwenden. Dafür standen folgende Möglichkeiten zur Auswahl:

- Beantworten einer Diskussionsfrage zu ausgewählten Vorlesungsinhalten (formuliert von Lehrperson) als Fließtext (500 bis 700 Wörter)
- Gestalten einer Concept Map mit mindestens 30 Konzepten zu selbstgewählten Vorlesungsinhalten
- Exzerpieren und Integrieren der Aussagen von mindestens zwei wissenschaftlichen Texten zu selbstgewählten Vorlesungsinhalten (500 bis 700 Wörter)
- Planen einer Beispielstudie zur Untersuchung selbstgewählter Vorlesungsinhalte; Darstellen von Forschungsfrage, Hypothesen, Studiendesign, erwarteten Ergebnissen sowie möglichen Implikationen (500 bis 700 Wörter)
- Formulieren von zwei offenen Prüfungsfragen und zugehörigen Musterantworten, die über das Abfragen von Fakten hinausgehen müssen (je 250 bis 350 Wörter)

Um verteiltes Lernen zu fördern, mussten die alternativen Aufgaben bereits während des Semesters bearbeitet und über OPAL abgegeben werden. Das Testat fand

aufgrund der organisatorischen Rahmenbedingungen erst während der regulären Prüfungszeit statt. Damit konnten die Studierenden durch ihre Entscheidung zwischen alternativen Aufgaben und Testat oder auch beeinflussen, ob sie ihre Prüfungsleistung im Semester oder am Ende des Semesters erbringen würden. Insgesamt durfte das Testat nur für maximal zwei von drei Teilleistungen gewählt werden. Abbildung 1 zeigt zwei mögliche Kombinationen von Teilleistungen.

Für die Bewertung der alternativen Aufgabenformate wurden jeweils 8 bis 9 Kriterien festgelegt und zu Semesterbeginn mit den Studierenden geteilt. Für jedes Kriterium konnten maximal 5 Punkte erreicht werden, der Mittelwert über alle Kriterien entsprach der erreichten Punktzahl für die Teilleistung. Diese wurde den Studierenden für die erste Teilleistung (Analyse) als Feedback zurückgemeldet. Im Sommersemester 2023 erbrachten 108 Studierende eine Prüfungsleistung. Der größte Teil (ca. 56%) bearbeitete für alle drei Teilleistungen alternative Aufgaben. Weitere 22% bearbeiteten alternative Aufgaben für zwei Teilleistungen und 22% für eine Teilleistung. Insgesamt reagierten die Studierenden überwiegend positiv auf die Prüfungstheke und die damit verbundene Möglichkeit, ihre Prüfungsleistung stärker an eigenen Interessen auszurichten.

Innerhalb der alternativen Aufgaben wurden Diskussionsfragen und Prüfungsaufgaben am häufigsten gewählt. Dies lässt sich als Präferenz für solche Aufgaben interpretieren, die stärker an den Vorlesungsinhalten orientiert sind.

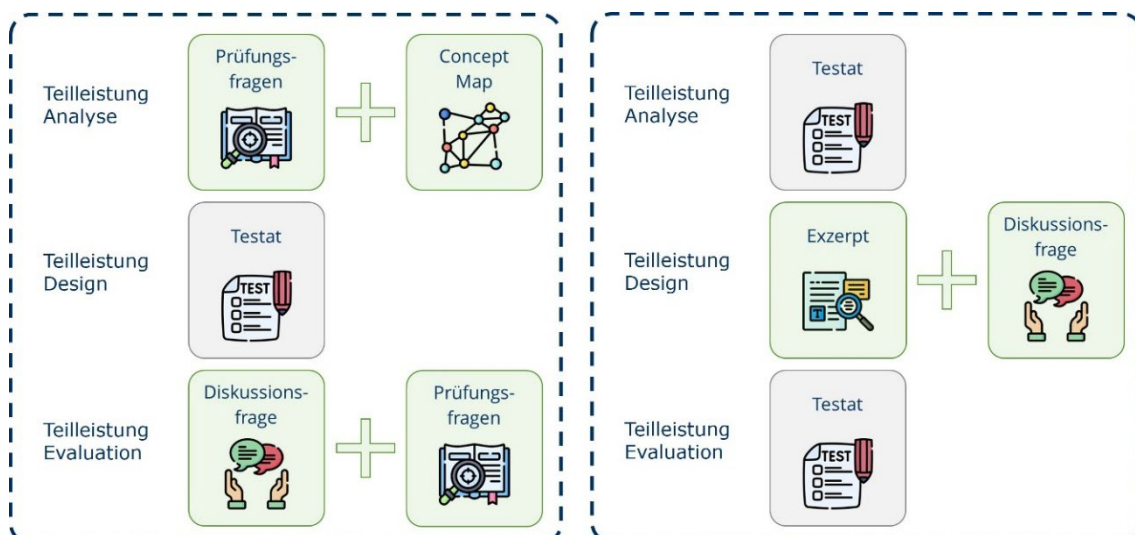


Abb. 1: Kombinationsmöglichkeiten für Teilleistungen im ersten Durchlauf der Prüfungstheke.

Ergebnisse aus der begleitenden Evaluation zeigten, dass die Studierenden die Dimensionen des selbstgesteuerten Lernens [1] in der Prüfungstheke durchaus abgebildet sahen. Lediglich für die Wahl der Lernpartner sowie die Einschätzung des eigenen Lernerfolgs nahmen die Studierenden einen eher geringen Handlungsspielraum wahr. So empfanden viele die Rückmeldung der Punktzahl als zu wenig aussagekräftig, um tatsächlich Rückschlüsse über Verbesserungspotentiale ziehen zu können. Die Studierenden kritisierten außerdem die Einschränkung, höchstens zwei Teilleistungen als Testat erbringen zu können.

Die Qualität der Abgaben war aus Lehrendensicht insgesamt zufriedenstellen. Die Bewertungskriterien wurden jedoch als zu detailliert und der Umfang der abgegebenen Fließtexte als zu hoch eingeschätzt.

Zweite Iteration der Prüfungstheke

Die Erfahrungen aus dem ersten Durchlauf der Prüfungstheke führten zu einigen Anpassungen, die im laufenden Sommersemester erprobt werden. Das Ziel, Prüfungsinhalt und -form von den Studierenden steuern zu lassen, blieb unverändert bestehen. Die Wahlfreiheit wurde sogar noch weiter erhöht, sodass nun für jede Teilleistung ein Testat abgelegt werden kann (s. Abbildung 2 für drei Kombinationsmöglichkeiten).

Um die Bewertungslast zu reduzieren, wurden die Anforderungen der Alternativaufgaben erhöht, sodass statt zwei nur noch eine Alternativaufgabe pro Teilleistung bearbeitet werden muss. Dadurch

können mit jeder Alternativaufgabe maximal 10 Punkte erreicht werden, die sich auf nur noch 5 bis 6 Kriterien verteilen. Für jede Ausprägung jedes Kriteriums wurden verbale Anker formuliert und mit den Studierenden zu Semesterbeginn geteilt. Dadurch soll das Feedback einen höheren Mehrwert für die Studierenden bieten.

Schließlich wurden die Alternativaufgaben selbst angepasst oder ersetzt, sodass im zweiten Durchlauf folgende Alternativen zur Auswahl stehen:

- Beantworten einer Diskussionsfrage zu ausgewählten Vorlesungsinhalten (formuliert von Lehrperson) mit drei Argumenten und Gegenargumenten (max. 3000 Zeichen)
- Gestalten einer Concept Map (30 bis 40 Konzepte), die Inhalte aus zwei Vorlesungen zu einer selbstgewählten Fokusfrage integriert plus Aufnahme eines kurzen Screencasts (max. 3 Minuten) zur Erklärung der Makrostruktur
- Analysieren eines Alltagsbeispiels mithilfe von Modellen/Methoden aus der Vorlesung und Ableiten von Implikationen (max. 2750 Zeichen)
- Formulieren einer Multiple-Choice-Prüfungsfrage bestehend aus Vignette und Antwortalternativen, zusätzlich Begründen der Themenwahl und der Antwortalternativen (max. 300 Wörter)
- Gestalten einer Infografik zu einer selbstgewählten Fragestellung, einschließlich einer Überarbeitungsschleife, nachdem Feedback aus der selbstgewählten Zielgruppe eingeholt wurde

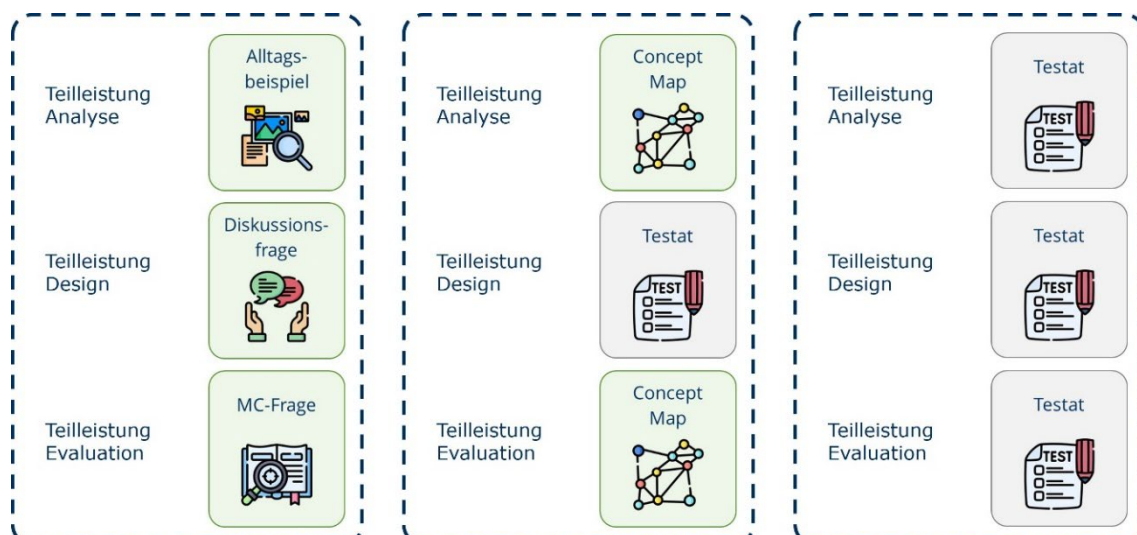


Abb. 2: Kombinationsmöglichkeiten für Teilleistungen im zweiten Durchlauf der Prüfungstheke.

Für die Bearbeitung der Alternativaufgaben wurden PDF-Formulare zur Verfügung gestellt. Die Abgabe erfolgte über OPAL. Zum jetzigen Zeitpunkt liegen die Abgaben nur für die erste Teilleistung (Analyse) vor. Von 145 Studierenden entschieden sich etwa zwei Drittel für eine Alternativaufgabe. Von den Studierenden, die sich für ein Testat entschieden haben, studiert nur etwa die Hälfte Psychologie. Dementsprechend scheinen die Alternativaufgaben für Studierende im Wahlfach weniger attraktiv zu sein.

Innerhalb der Alternativaufgaben wurden die Diskussionsfragen am häufigsten gewählt (ca. 57%). Danach folgten Alltagsbeispiel (ca. 20%), Multiple-Choice-Frage (ca. 13 %) und Infografik (ca. 9%). Die Concept Map wurde am seltensten gewählt (ca. 1%).

Zum aktuellen Zeitpunkt liegen noch keine Evaluationsergebnisse vor, sodass die Studierendensicht der zweiten Iteration der Prüfungstheke noch nicht systematisch untersucht werden kann. Aus Lehrendensicht sind jedoch bereits vorläufige Schlussfolgerungen möglich, insbesondere mit Blick auf die Bewertungslast. Da die Studierenden als Alternativleistungen statt zwei kleineren Aufgaben nun eine größere Aufgabe bearbeiteten, war die Bewertungslast im Semester akzeptabel. Auch die stärkere Vorstrukturierung der Aufgabenergebnisse durch die PDF-Formulare erleichterte die Bewertung. Die reduzierten Bewertungskriterien ließen sich gut anwenden. Inwieweit die Rückmeldung der erreichten Punktzahl sowie die entsprechenden verbalen Anker für die Studierenden informativ ist, lässt sich zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht beurteilen.

Lessons Learned

1. Individuelle Prüfpfade werden von den Studierenden wertgeschätzt.
2. Die Aufgaben innerhalb einer Prüfungstheke müssen an die Anforderungen des Fachs und die Ziele der Lehrperson angepasst werden.
3. Um ein didaktisches Konzept wie die Prüfungstheke erfolgreich in ein konkretes Prüfungskonzept innerhalb einer Lehrveranstaltung zu transformieren, ist ein enger Austausch zwischen Lehrperson und Studierenden unabdingbar.

4. Informatives Feedback scheint eine Voraussetzung dafür zu sein, dass Studierende existierende Freiräume für die Gestaltung ihres Prüfprozesses nutzen. Aufgabenanforderungen und Bewertungskriterien explizit zu formulieren, kann als Feedforward nützlich sein. Inwieweit Feedback dadurch ersetzt werden kann, ist zu überprüfen.

Danksagung

Die Erprobung und Evaluation der Prüfungstheke wurde von der Stiftung Innovation in der Hochschullehre gefördert (FRFMM-429/2022).

Literatur

- [1] J. Dyrna, "Selbstgesteuertes Lernen. Begriffsbestimmung und Operationalisierung," in *Selbstgesteuertes Lernen in der beruflichen Weiterbildung: Ein Handbuch für Theorie und Praxis*, J. Dyrna, J. Riedel, S. Schulze-Achatz, and T. Köhler, Eds., Münster, New York: Waxmann, 2021, pp. 65–83.
- [2] S. Schneider, S. Nebel, M. Beege, and G. D. Rey, "The autonomy-enhancing effects of choice on cognitive load, motivation and learning with digital media," *Learning and Instruction*, vol. 58, pp. 161–172, 2018, doi: 10.1016/j.learninstruc.2018.06.006.
- [3] J. Biggs, "Enhancing teaching through constructive alignment," *High Educ*, vol. 32, no. 3, pp. 347–364, 1996, doi: 10.1007/BF00138871.
- [4] C. Albrecht, J. Schmidt, and A. Jantos, "Die Prüfungstheke als Prüfungsstrategie der Zukunft," *ZFHE*, vol. 18, no. 3, pp. 213–239, 2023, doi: 10.21240/zfhe/18-03/11.
- [5] S. Pannasch, M. Baumann, L. L. Chuang, and J. Sauer, "Teaching engineering psychology," in *International handbook of psychology learning and teaching*, D. Bernstein, G. Marsico, S. Narciss, and J. Zumbach, Eds., 2020, pp. 1–21.

Blended Learning auf Basis virtueller Exkursionen

R. C. Schuppe

Professur für Germanistische Linguistik und Sprachgeschichte, Institut für Germanistik und Medienkulturen, Fakultät für Sprach-, Literatur- und Kulturwissenschaften, TU Dresden

Konzeption

Im Rahmen des interdisziplinären Verbundprojekts [virTUos](#) an der TU Dresden, entwickelt das Teilprojekt [DigitalHerrnhut](#) digitale Selbstlernmodule, die in Blended-Learning-Seminare eingebettet werden. Das übergreifende Ziel ist dabei, selbstbestimmtes Lernen zu fördern und die Vorteile von digitaler und Präsenzlehre zu verbinden. Auf diese Weise soll eine Lernumgebung geschaffen werden, in der nicht nur fachliche Inhalte vermittelt werden, sondern auch die Entwicklung sog. [Future Skills](#) befördert wird. Darunter werden Fähigkeiten verstanden, die Personen dazu befähigen, komplexe Probleme in einer sich rapide verändernden Welt selbstorganisiert zu lösen [1]. Kommunikative Fähigkeiten spielen hierbei genau so eine Rolle wie technisches Verständnis oder aber lösungsorientiertes Denken. Diese Future Skills werden befördert, indem komplexe Aufgaben statt einfachen Wissensabfragen gestellt werden, die Lehrinhalte auf digitale Ressourcen und Methoden zurückgreifen und Sozialfertigkeiten der Studierenden in Gruppenprojekten geschult werden. Dazu werden linguistische Inhalte ausgewählt, die zum einen dazu geeignet sind, in einem Blended-Learning-Format unterrichtet zu werden und zum anderen das Potenzial bieten, dass bei ihrer Vermittlung gleichzeitig besagte Future Skills befördert werden.

Virtuelle Exkursionen

Für die asynchronen Anteile des hier vorgestellten Blended-Learning-Formats werden sogenannte [virtuelle Exkursionen](#) verwendet. Damit sind 3D-Modelle von historischen Gebäuden gemeint, in die Lehrinhalte in Form von Videos, Audiofiles, Texten und Bildern integriert werden. Konkret handelt es sich um Gebäude, welche die Herrnhuter Brüdergemeine im 18. und 19. Jahrhundert in ver-

schiedenen Missionsgebieten wie etwa Südafrika oder der heutigen USA errichtete.

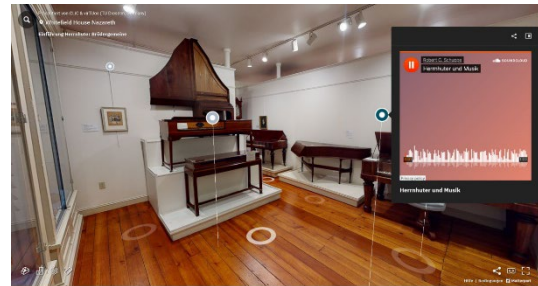


Abb. 1: Virtuelle Exkursion ins Whitefield House in Bethlehem, Pennsylvania mit eingebetteten Lehrinhalten

Studierende navigieren sich selbständig durch die Modelle. Indem die Lehrinhalte nicht in einer linearen Auflistung, sondern an verschiedenen Orten im virtuellen Raum abgelegt sind, können diese in individuellem Tempo und selbst gewählter Reihenfolge bearbeitet werden und durch diese Auswahl thematische Schwerpunkte gesetzt werden. Zur leichteren Orientierung werden dabei die verschiedenen Themen in Räumen platziert, die visuell mit diesen zusammenhängen: In einem Raum mit Kirchenbänken finden sich Inhalte zum theologischen Hintergrund der Herrnhuter Brüdergemeine, in einem Raum mit Musikinstrumenten wird die Interaktion von Sprache und Musik thematisiert und in einem museal nachgestellten Klassenzimmer, in dem das Lesen und Schreiben vermittelt wurde, sind die Ressourcen zum Erlernen der historischen Kurrentschrift abgelegt. Aktuell existieren vier Teilmodule, die jeweils in einem eigenen virtuellen Modell abgelegt sind und über einen spezifischen thematischen Fokus verfügen. Diese sind über einen [Wikiversity-Kurs](#) abrufbar.

Gamification

Das [neueste](#) der vier Teilmodule widmet sich der Vermittlung der Kurrentschrift, die bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts

die im deutschsprachigen Raum standardmäßig verwendete Handschrift war. Wenige Studierende der Linguistik sind in der Lage diese zu lesen, obwohl es sich hierbei um eine essentielle Fähigkeit für den Bereich der Sprachgeschichte handelt. Diese Lücke soll mit dem Selbstlernmodul geschlossen werden, indem die Kurrentschrift auf eine anschauliche und motivierende Weise vermittelt wird. Die immersive Erfahrung des 3D-Modells wird hierfür um Elemente von Gamification erweitert. Solche können erweisenmaßen motivierend wirken und die Lernergebnisse deutlich verbessern [2]. In das Modell wurden Quizfragen in verschiedenen Schwierigkeitsstufen verlinkt. Ein Bild zeigt Text in Kurrentschrift – von einem einzelnen, einfachen Wort bei den einfachen Übungen bis hin zu kurzen Textpassagen bei den schwierigeren. Als Antwort muss dann die richtige Transkription eingegeben werden. Im Falle der komplexeren Aufgaben muss ein Lösungswort in dem Textabschnitt gefunden werden, welches die Antwort auf eine unter dem Bild sichtbare Frage darstellt.

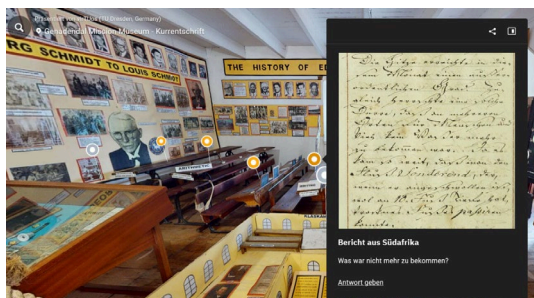


Abb. 2: Transkriptionsübung zur Kurrentschrift

Wird das Lösungswort richtig eingegeben, wird der/die Nutzer:in in ein anderes virtuelles Gebäude geleitet. Dabei handelt es sich stets um ein Gebäude, das im Zusammenhang mit dem gerade gelesenen Text steht. Die richtige Antwort zu einem Brief aus der südafrikanischen Missionssiedlung *Genadendal* führt beispielsweise in eine virtuelle Version der Kirche in diesem Ort. In diesem Modell befindet sich dann ein Audiofile, welches das gerade Gelesene historisch kontextualisiert. Dieses Setup hat einerseits einen motivierenden Effekt, da durch richtige Antworten neue Modelle freigeschaltet werden, zu den vorher kein Zugang gegeben wurde. Darüber hinaus

sorgt es dafür, dass neben der Kurrentschrift auch inhaltliches Wissen zu den Übungstexten, die alle aus dem Kontext der Herrnhuter Brüdergemeine stammen, vermittelt wird.

Anwendung in Blended-Learning-Seminar

Das oben beschriebene Selbstlernmodul wird für die Lehre in der Germanistik sowie dem Masterstudiengang *Digital Humanities* an der TU Dresden in ein Blended-Learning-Seminar eingebettet. Dieses befindet im laufenden Sommersemester gerade in der Erprobung. Selbstlerninhalte und selbstorganisierte Arbeit in Projektgruppen werden in diesem durch vier Seminarsitzungen in Präsenz sowie individuelle Konsultationstermine ergänzt. Das Seminar ist insgesamt in drei Phasen gegliedert:

(1) Aneignung neuer Inhalte und Methoden: Die Teilnehmenden arbeiten sich eigenständig durch die Selbstlernmodule und erwerben hierbei neue fachliche und methodische Kompetenzen. Dabei wählen sie eines der vier Teilmodule als thematischen Schwerpunkt.

(2) Entwicklung eines Forschungsprojekts in Kleingruppen: Studierende, die den gleichen inhaltlichen Schwerpunkt ausgewählt haben, bilden eine Projektgruppe, in der sie die neu erworbenen Kompetenzen in einem kleinen, selbst entwickelten Forschungsprojekt zum Einsatz bringen. Dabei werden sie von qualifizierten E-Tutor:innen begleitet, die den Prozess unterstützend begleiten und als Bindeglied zwischen Projektgruppen und Dozent:in fungieren, wenn individuelle Beratung für das Projekt nötig ist. Hiermit bauen wir auf das am Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, insb. Informationsmanagement der TU Dresden entwickelte Konzept des *Virtual Collaborative Learnings* auf, für welches der gewinnbringende Einsatz und die Rolle von E-Tutor:innen in Projektarbeiten ausgiebig erforscht wurde [3].

(3) Multimediale Aufbereitung der Ergebnisse: Abschließend präsentieren die Gruppen ihre Ergebnisse in Form von Audio, Video und/oder interaktiven Webanwendungen, wie etwa dynamischen Landkarten, auf denen Inhalte verlinkt sind. Die Entwicklung eines passenden Präsentationsformats für das jeweilige Thema ist dabei explizit Teil der Aufga-

benstellung. Auf diese Weise beschäftigen sich die Teilnehmenden mit den modernen medialen Möglichkeiten, fachliche Inhalte leicht zugänglich zu machen. Außerdem ist es so einfach, besonders gute studentische Beiträge in die Selbstlernmodule integriert werden. Dies erweitert die Vielfalt und thematischen Wahlmöglichkeiten des Moduls und hat wiederum den motivatorischen Vorteil, dass Studierende schon beim Bearbeiten der Selbstlerninhalte die Produkte früherer Semester vor Augen geführt bekommen und so sehen, dass ihre Prüfungsleistungen nachgenutzt werden können und nicht etwa nur – wie so oft der Fall – „für die Schublade“ produziert werden.

Future Skills

Die oben beschriebenen Future Skills werden in dem vorgestellten Blended-Learning-Setting auf vielfältige Weise befördert. Im Folgenden seien beispielhaft einige dieser Skills und wodurch sie trainiert werden, benannt:

- *Kommunikations- und Kooperationskompetenzen* werden durch die Kollaboration in Gruppenprojekten geschult
- *Innovationskompetenz* und *Digital Literacy* werden durch die Erarbeitung eigener digitaler Präsentationsformen geschult
- *Selbstwirksamkeit* und *Selbstkompetenz* werden durch den größtenteils eigenständig organisierten Ablauf des Seminars in Form von Selbstlerninhalten und Gruppenprojekten befördert
- *Ethische* und *Ambiguitätskompetenz* wird durch die Beschäftigung mit der komplexen Geschichte der Herrnhuter Mission in Kolonialgebieten, in denen die Rolle der Missionar:innen im Spannungsfeld zwischen Kolonialherren und indigener Bevölkerung oft uneindeutig war, befördert

Evaluation und Ausblick

Zum Ende des laufenden Semesters wird das Blended-Learning-Seminar mittels eines Fragebogens evaluiert werden. Insbesondere werden die Teilnehmenden zur Benutzbarkeit der Selbstlernmodule, der Selbsteinschätzung ihres Lernerfolgs und inwiefern das Seminar dazu motiviert hat, sich mit den behandelten Themen zu beschäftigen, befragt. Darüber hinaus können erste Schlüsse aus den

Zugriffszahlen auf die Quizfragen zur Kurrentschrift gezogen werden. Die Audiofiles, auf die Nutzer:innen bei richtiger Antwort auf eine Quizfrage geleitet werden, werden über Soundcloud gehostet. Die Zugriffszahlen auf Soundcloud geben wieder, wie oft auf einzelne Fragen die richtige Antwort gegeben wurde, da die Links zu den auf „privat“ gestellten Soundfiles nicht anderweitig veröffentlicht wurden. Diese Zahlen können dann mit den Zugriffszahlen auf ein einführendes Audiofile verglichen werden, welches direkt auf der Startseite des Teilmoduls verlinkt ist und nicht über eine Quizfrage freigeschaltet werden muss. So konnte identifiziert werden, welche Fragen für eine hinreichende Anzahl Studierender lösbar waren und welche möglicherweise zu schwierig sind, sodass eine Überarbeitung angezeigt ist. Auf dieser Basis wird der Fragenpool aktuell modifiziert bzw. ergänzt. Nach Abschluss des Semesters wird dann das eingeholte studentische Feedback mit besonderem Fokus auf die Blended-Learning-Konzeption ausgewertet und für eine weitere Erprobung im Wintersemester angepasst.

Danksagung

Virtuelles Lehren und Lernen an der TU-Dresden im Open Source-Kontext (virtuUos) gefördert von der *Stiftung Innovation in der Hochschullehre* im Rahmen der Ausschreibung *Hochschullehre durch Digitalisierung stärken*.

Literatur

- [1] Ehlers, Ulf-Daniel; Meertens, Sarah A. (Hrsg.): *Studium der Zukunft – Absolutvent(inn)en der Zukunft. Future Skills zwischen Theorie und Praxis*. Wiesbaden: Springer 2020.
- [2] Lampropoulos, Georgios; Sidiropoulos, Antonis: Impact of Gamification on Students' Learning Outcomes and Academic Performance: A Longitudinal Study Comparing Online, Traditional, and Gamified Learning. *Education Sciences* 2024, 14, 367. <https://doi.org/10.3390/educsci14040367>
- [3] Altmann, M.; Langesee, L.-M.; Jantos, A.; Cool, S.; Müller, C. Design Dimensions of Virtual Collaborative Learning: Synthesizing Iterative Research [Loseblattwerk]. In T. Köhler (Hrsg.), *Handbuch E-Learning*. Köln: Deutscher Wirtschaftsdienst 2024.

Versuch der Integration von ChatGPT in den Übungsbetrieb der Theoretischen Physik

A. R. Sprenger, A. M. Menzel

Theorie der Weichen Materie / Biophysik, Institut für Physik, Fakultät für Naturwissenschaften, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg

Zweifelsohne eröffnet der frei zugängliche, KI-basierte Chatbot ChatGPT neue Möglichkeiten für alle Internetnutzer:innen, die bislang ungeahnt waren. Ein wesentlicher Aspekt ist, dass man sich dem gewünschten Ergebnis in Form eines Chats nähern kann. Gleichzeitig ist ChatGPT besonders stark im Umgang mit und Verfassen von Texten.

Unsere Absicht bestand in zweierlei Aspekten. Zum einen wollten wir testen, inwieweit sich ChatGPT in den regulären Übungsbetrieb in unserem Bereich, der Theoretischen Physik, integrieren lässt, und wie dies von den Studierenden aufgenommen wird. Zum anderen wollten wir die Studierenden motivieren, sich mit der neuen Technologie auseinanderzusetzen und diese gegebenenfalls auch über den direkten Bezug zu unseren Veranstaltungen hinaus einzusetzen, wo dies gewinnbringend möglich erscheint.

Zu diesem Zweck fügten wir den regulären Übungsaufgaben spezifische ChatGPT-Übungsaufgaben hinzu. Diese wurden durch die Studierenden bearbeitet und standen uns bei der Korrektur in Form des Chat-Protokolls zur Einsicht zur Verfügung. Am Ende des Semesters führten wir eine Online-Umfrage durch. Darin erfragten wir unter anderem die Einschätzung der Studierenden zur Sinnhaftigkeit des Einsatzes von ChatGPT zur Klärung von Problemen der Theoretischen Physik sowie den Umfang der Verwendung des Chatbots durch die Studierenden auch in anderen Kontexten ihres Studiums.

ChatGPT-Übungsaufgaben

Wir führten unseren Versuch im Rahmen der Veranstaltung zur Theoretischen Mechanik im dritten Semester des Bachelorstudiengangs Physik an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg [1] durch. Begleitend zur Vorlesung (vier Semesterwochenstunden) sind hier wöchentlicher Übungsaufgaben zu bearbeiten.

Dabei bestehen die Übungsblätter in der Regel aus Rechenaufgaben. Die Studierenden laden ihre Lösungen über die E-Learning-Plattform der Universität [2] hoch. Dort werden sie von uns eingesehen, teilweise korrigiert und bewertet. Die Lösungen werden dann in Präsenz besprochen (zwei Semesterwochenstunden).

Zu den regulären vier Rechenaufgaben pro Übungsblatt fügten wir auf jedem der insgesamt zehn Übungsblätter eine ChatGPT-Übungsaufgabe hinzu. Dabei unterschieden wir zwei Typen. Zum einen sollte ChatGPT die Lösung von einfachen Rechenaufgaben mit Bezug zu den Inhalten der Veranstaltung inklusive eines nachvollziehbaren Lösungswegs entlockt werden. Zum anderen sollte ChatGPT inhaltliche Fragen zu Konzepten und Grundlagen der Theoretischen Mechanik beantworten, wobei hier keine Rechenschritte enthalten waren.

Die Bearbeitung der ChatGPT-Aufgaben war freiwillig und wurde von uns nicht in die Bewertung der Leistung im Rahmen des Moduls mit einbezogen. Außerdem verlangten wir von den Studierenden nicht, dass sie sich registrierten und verwiesen auf die zum Zeitpunkt der Bearbeitung der Aufgaben und Online-Umfrage frei zugängliche und kostenlose Version GPT-3.5 [3], welche zum Beispiel über die Bing-Suchmaschine genutzt werden konnte.

Erkenntnisse aus den ChatGPT-Übungsaufgaben

Allgemein zeigte sich ein deutlicher Unterschied in der Fähigkeit von ChatGPT in der verwendeten Version 3.5, die beiden Typen von Übungsaufgaben zu beantworten. Bei den Rechenaufgaben war es häufig auch bei längerer Konversation mit dem Chatbot sehr schwierig, überhaupt einen logischen und richtigen Lösungsweg zu erhalten. Häufig funktionierte die korrekte Ausgabe und Anzeige der Formeln

nicht richtig. Insbesondere enthielten die einzelnen Rechenschritte oft Fehler, vor allem in den Begründungen der einzelnen Rechenschritte. Dies schätzen wir als problematisch ein, da dies meist eine genauere Analyse erfordert und für die Studierenden oft nicht direkt erkennbar ist, sie aber zumindest verunsichern dürfte. Demgegenüber zeigte sich ChatGPT als hilfreich und weitgehend fehlerfrei darin, inhaltliches Faktenwissen bei der Beantwortung des zweiten Typs der ChatGPT-Übungsaufgaben zu präsentieren.

Rückmeldung der Studierenden per Online-Umfrage

Am Ende des Semesters führten wir eine Online-Umfrage zu diesen und weiteren Aspekten unter den Studierenden durch. Die Rückmeldung der Studierenden bestätigte unseren oben geschilderten Eindruck bezüglich der Eignung von ChatGPT in der verwendeten Version bei der Beantwortung von Übungsaufgaben zur Veranstaltung Theoretische Mechanik des Bachelorstudiengangs Physik.

Darüber hinaus erfragten wir noch weitere Aspekte. Im Zusammenhang mit diesen Erfahrungen zeigten sich die Studierenden offener dafür, ChatGPT zur Klärung nicht rechenbezogener Aspekte auch in anderen Bereichen ihres Physikstudiums zu verwenden. Demgegenüber sind die Studierenden bislang eher zurückhaltend darin, ChatGPT zum Beispiel zum Erstellen von Teilen von Simulationscodes oder als Hilfe beim Einsatz von Programmiersprachen heranzuziehen. Ähnliches gilt für die Übersetzung von Texten in und aus andere(n) Sprachen. Für uns erstaunlich ist, dass die Studierenden sich sehr zurückhaltend positionieren, wenn es um den Einsatz von ChatGPT bei der Erstellung von wissenschaftlichen Texten und insbesondere auch Teilen von Seminar-, Bachelor- oder Masterarbeiten geht.

Insgesamt lassen die Rückmeldungen darauf schließen, dass die Studierenden unserem Versuch der Integration von ChatGPT in den Übungsbetrieb im Mittel positiv gegenüberstehen. Auch konnten wir dazu beitragen, dass mehrere der Teilnehmenden der Umfrage auch jenseits des direkt von uns definierten Zusammenhangs vermehrt die Verwendung der neuen Technologie in Betracht ziehen, auch im außeruniversitären Umfeld.

Lessons Learned

Zusammenfassend können wir feststellen, dass unser Anliegen, die Studierenden dazu zu motivieren, sich mit der neuen Technologie im Rahmen von ChatGPT auseinanderzusetzen, erfolgreich war. Dies trifft zu, obwohl die zentrale Anforderung für einen umfassenden Einsatz im Bereich der Theoretischen Physik, also der Darstellung logischer Rechenwege, bei der verwendeten frei zugänglichen Version 3.5 nicht zufriedenstellend und in vielen Teilen problematisch und fehlerbehaftet war. In diesem Zusammenhang weisen wir kurz darauf hin, dass sich hier bei Verwendung der neueren, zuvor noch nicht kostenfreien Version 4 [4] ein qualitativer Unterschied ergibt. Hier dürfte es also in näherer Zukunft zu deutlichen Fortschritten kommen.

Wir freuen uns darüber, dass unser Vorgehen die Studierenden im Mittel ebenfalls dazu motivieren konnte, den Einsatz von ChatGPT auch in anderen Kontexten zu reflektieren und ins Auge zu fassen. Für uns überraschend ist die geringe bisherige und geplante Verwendung im Bereich der Programmierung und zum Übersetzen von Texten. In beiden Fällen ist ChatGPT ein äußerst hilfreiches Werkzeug, so dass wir aktuell darüber nachdenken, dies vermehrt durch direktes Demonstrieren in die Veranstaltungen mit aufzunehmen. Ähnliches trifft auf die Unterstützung beim Schreiben wissenschaftlicher Texte und beim Verfassen von Abschlussarbeiten zu. Wir vermuten, dass die Zurückhaltung in diesem Kontext auch auf Unsicherheiten bezüglich der Erlaubnis und resultierender Bewertung zurückzuführen ist. Hier bedarf es klarer Anhaltspunkte für die Studierenden.

Danksagung

A. M. Menzel dankt der Deutschen Forschungsgemeinschaft für die Heisenberg-Förderung ME 3571/4-1.

Literatur

- [1] https://www.verwaltungshandbuch.ovgu.de/Modulhandb%C3%BCher-media_id-2442.html
(Stand 27.06.2024)
- [2] <https://elearning.ovgu.de/>
(Stand 27.06.2024)
- [3] OpenAI. ChatGPT, Version 3.5, 2023, <https://www.openai.com>
- [4] OpenAI. ChatGPT, Version 4, 2024, <https://www.openai.com>

Studentische Perspektiven auf Lernhindernisse in ingenieurwissenschaftlichen Praktika: Einblicke einer sachsenweiten Umfrage

C. Wermann¹, G. Wegner²

¹ Professur für Magnetofluidynamik, Mess- und Automatisierungstechnik, Institut für Mechatronischen Maschinenbau, Fakultät Maschinenwesen, TU Dresden

² Zentrum für Interdisziplinäres Lernen und Lehren, TU Dresden

Einleitung

Laborpraktika sind ein wichtiger Bestandteil der Lehre in den Ingenieurwissenschaften. Sie dienen der Anwendung und Vertiefung theoretischer Kenntnisse und fördern gleichzeitig den Erwerb praktischer Fertigkeiten. Die Verbindung von Theorie und Praxis erfordert bei der Planung und Durchführung von Laborpraktika eine hohe Komplexität, die auch Digitalisierungsprozesse in der Laborlehre in besonderem Maße prägt [1]. Durch die Corona-Pandemie beschleunigt, wurde in den vergangenen Jahren die Lehre in Laboren um diverse digitalgestützte sowie reine Online-Angebote ergänzt. Die neu entstandenen Formate können zum einen als Reaktion auf die zunehmende Digitalisierung der Berufswelt verstanden werden und folgen somit einem generellen Modernisierungsdruck [2]. Zudem lassen sie sich räumlich und zeitlich flexibler ausgestalten als traditionelle Praktika in Präsenz. Damit können sie zu einer diversitätssensiblen Lehre beitragen, die die vielfältigen Lernvoraussetzungen der Studierenden in den Ingenieurwissenschaften berücksichtigt [3].

Andererseits erfordern flexible Lerngelegenheiten von den Studierenden ein höheres Maß an Selbstorganisationsfähigkeit [4]. Digitale Angebote erfordern über die Auseinandersetzung mit den Lerninhalten hinaus zudem einen kompetenten Umgang mit den jeweiligen Medien. Durch höhere technische Zugangsvoraussetzungen können neue Hürden entstehen. Ein großer Unterschied zwischen den Formaten besteht unter anderem darin, ob die Studierenden praktisch mit Equipment, Geräten oder Materialien arbeiten. Dies ist bei Präsenzpraktika, AR, (fully immersive) Virtual Labs und Blended Labs der Fall. Bei einer Umsetzung als Remote oder (not fully immersive) Virtual Lab, werden die Geräte als digitale Benutzeroberflächen

dargestellt. Der Aufbau von Schaltungen wird z. B. durch Drag & Drop simuliert und das Stecken von Kabelverbindungen durch Klicken ersetzt. Daraus ergeben sich bei der Durchführung unterschiedliche Herausforderungen und Lernhindernisse für die Studierenden. Auch die Vorbereitungsphase wird durch das gewählte Format beeinflusst. Wird bspw. eine VR-Brille eingesetzt, müssen sich die Studierenden vorher zusätzlich mit der Steuerung und den allgemeinen Verhaltensweisen bei der Benutzung dieser Technologie auseinandersetzen.

Bislang ist nicht umfassend erforscht, welche Herausforderungen Studierende in verschiedenen Lehrformaten im Laborpraktikum erleben und wie diese Herausforderungen aus ihrer Sicht bewältigt werden können. Eine von den Autorinnen durchgeführte sachsenweite Umfrage soll dazu beitragen, diese Wissenslücke zu schließen. Sie liefert erste Hinweise darauf, welchen Lernhindernissen Studierende in Sachsen in unterschiedlichen Praktikumsformaten begegnen und welche Unterstützung sie sich wünschen, um den genannten Hindernissen besser begegnen zu können. Das vorliegende Abstract dient der Darstellung des grundlegenden Designs der Erhebung. Folgend werden die beteiligten Akteur:innen, der Zweck und die Fragestellung, sowie das Untersuchungsdesign und die Auswertungsmethode der Erhebung vorgestellt. Aufbauend auf dem Abstract wird sich die geplante Präsentation den Ergebnissen der Umfrage und einer ersten Interpretation dieser widmen.

Beteiligte Akteur:innen

Die Umfrage wurde von je einer wissenschaftlichen Mitarbeiterin des TUD-internen Projektes „virTUos“ (Teilprojekt PraktikaHybrid) sowie des sachsenweiten Ver-

bundprojektes „Digitalisierung in Disziplinen Partizipativ Umsetzen :: Competencies Connected (D2C2)“ konzipiert und durchgeführt. Beide Projekte werden durch die Stiftung Innovation in der Hochschullehre (StIL) gefördert.

Ziel des Teilprojektes PraktikaHybrid ist es, neue Konzepte für Praktika im Maschinenbaustudium zu erarbeiten und diese studierendenzentriert weiterzuentwickeln [5]. Im Projekt D2C2 steht im Fokus, die Digitalisierung in der Hochschullehre disziplinspezifisch im Austausch mit Lehrenden und Studierenden didaktisch sinnvoll auszubauen. Zu diesem Zweck wurden in fünf Fachbereichen, unter anderem in den Ingenieurwissenschaften, sachsenweit fachspezifische Professional Learning Communities initiiert [6].

Zur Zielgruppe der Evaluation gehören alle Studierenden der Ingenieurwissenschaften in Sachsen, die zum Erhebungszeitpunkt an einem Laborpraktikum teilnahmen oder in vergangenen Semestern bereits teilgenommen hatten. Die Einladung zur Umfrage wurde an neun sächsischen Einrichtungen gestreut: der BA Sachsen, der Bergakademie Freiberg, der Hochschule Mittweida, der Hochschule Zittau/Görlitz, der HTW Dresden, der HTWK Leipzig, der TU Chemnitz, der TU Dresden und der Westsächsischen Hochschule Zwickau. Pro Einrichtung wurde je ein:e Mitarbeiter:in des Projektes D2C2 damit beauftragt, Studierende und Lehrende vor Ort auf die Umfrage aufmerksam zu machen und um ihre Teilnahme zu bitten.

Lehrende, die ein Praktikum anbieten, wurden gebeten, die Umfrage unter ihren Studierenden bekannt zu machen. Ihnen wurde zu diesem Zweck eine Werbefolie in unterschiedlichen Formaten zur Verfügung gestellt. Die Umfrage wurde zudem über Social Media – auf X, Instagram sowie Facebook – beworben. An einigen Standorten wurden zusätzlich Flyer verteilt. Unterstützung beim Bewerben der Umfrage erhielten die Mitarbeitenden auch von einigen Laboringenieur:innen, die Flyer auslegten und Studierende auf die Umfrage hinwiesen.

Um eine möglichst flexible und entsprechend hohe Beteiligung an den verschiedenen Standorten zu ermöglichen, er-

streckte sich der Befragungszeitraum zunächst über ein ganzes Semester, vom Oktober 2023 bis Februar 2024. Auf expliziten Wunsch einiger Hochschullehrenden und angesichts der verhältnismäßig geringen Teilnahme bis zum damaligen Zeitpunkt wurde der Umfragezeitraum am 26. Februar offiziell bis zum 15. April 2024 verlängert. Im Aufruf wurde ab diesem Zeitpunkt mit Nachdruck betont, dass die gesammelten Daten nicht für einen Vergleich zwischen den Hochschulen herangezogen werden. Die Sorge vor einem sachsenweiten Vergleich hatte, laut der Aussage einiger Kolleg:innen an den verschiedenen Standorten, zunächst für Zurückhaltung bei der Bewerbung und Teilnahme gesorgt. Verstärkt wurde diese Sorge durch den Fakt, dass die für die Erhebung hauptverantwortlichen Mitarbeiterinnen beide an der TU Dresden verortet waren und somit in der Konzeption kein direkter Austausch über die Standorte hinweg erfolgte. Bis zum Ende des Umfragezeitraumes im April 2024 wurden insgesamt 496 Fragebögen eingereicht, davon 225 teilweise und 244 vollständig ausgefüllt.

Erhebungszweck und Fragestellung

Nach bisherigem Forschungsstand ist nicht ausreichend bekannt, wie Studierende Laborpraktika in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen wahrnehmen, was ihnen bei der Bearbeitung dieser hilft, aber auch welche Lernhindernisse auftreten und welcher Art diese sind. Darüber hinaus befinden sich die allgemeinen Lebensumstände der Studierenden zunehmend im Wandel. Immer mehr Studierende sind auf einen Nebenjob zur Finanzierung ihres Studiums angewiesen. Auch ist der Anteil an Studierenden mit Kindern, Pflegeverantwortung im Familien- und Freundeskreis, sowie mit studienerschwerenden gesundheitlichen Beeinträchtigungen in den letzten Jahren stetig gestiegen [7]. Für diese Studierenden können gerade Praktika eine größere Herausforderung darstellen, da diese verhältnismäßig arbeitsaufwändig und oftmals zeitlich unflexibel sind.

Daraus ergeben sich die folgenden Leitfragen, auf Basis derer die Umfrage entworfen wurde:

Wie bewerten Studierende in den Ingenieurwissenschaften die Rolle von Praktika im Studium?

- a) Welche Relevanz bemessen Studierende den Praktika in Bezug auf ihr Studium?
- b) Welche Relevanz bemessen Studierende den Praktika in Bezug auf ihr späteres Arbeitsleben?
- c) Kennen Studierende die mit den Praktika verbundenen Lernziele?

Welchen Lernhindernissen begegnen Studierende in ingenieurwissenschaftlichen Praktika?

- a) Gibt es Herausforderungen, die zu überwiegen scheinen?
- b) Sind die Hindernisse auf bestimmte Praktikumsformate oder auch auf bestimmte Aufgabentypen zurückzuführen?

Mit welchen Maßnahmen können Lernhindernisse seitens der Lehrenden abgebaut werden?

- a) Welche weiteren Unterstützungsangebote wünschen sich Studierende?
- b) Welche Angebote (intern und extern) helfen den Studierenden bereits jetzt, Lernhindernisse zu überwinden?

Entlang der Leitfragen dienen die Umfrageergebnisse primär dazu, Lernhindernisse zu identifizieren und Lehrende dabei zu unterstützen, ihre Veranstaltung ggf. zielgruppengerecht anzupassen und inklusiver zu gestalten. Gleichzeitig können die Ergebnisse genutzt werden, um Lehrende in ihren bisherigen, von den Studierenden positiv bewerteten Ansätzen, zu bestätigen. Um die Lehrenden im ohnehin vollgepackten Universitätsalltag zu entlasten, entwickeln Mitarbeitende aus den Projekten D2C2 und virTUos auf Grundlage der Umfrageergebnisse Empfehlungen, Beratungsangebote und Materialien zur Unterstützung der Lehrenden bei der Weiterentwicklung ihrer Praktika.

Es ist zudem zu hoffen, dass durch die externe, sachsenweite Durchführung der Erhebung die Lehre im Labor generell mehr Aufmerksamkeit erhält und die Arbeit aller an ihr beteiligten Akteur:innen an

Wertschätzung gewinnt. Lehrende und Studierende werden für das Thema Lernhindernisse sensibilisiert. Lehrende werden angeregt die Gestaltung ihrer Lehrveranstaltung zu reflektieren. Bei den Studierenden wird wiederum ein Bewusstsein dafür geschaffen, dass Lernen ein aktiver Prozess ist.

Es erfolgen drei verschiedene Formen der Berichterstattung. Die Lehrenden, die die Erhebung unter ihren Studierenden beworben haben, erhalten eine verdichtete Zusammenfassung als direkte und übersichtliche Rückmeldung. Diese wird zudem online auf den Seiten des Projektes für alle Interessierten zugänglich gemacht. Um einen Austausch zu ermöglichen, wurden (Zwischen-)Ergebnisse zudem bei der „Werkstatt- und Laborpause“ einem Austauschformat des Projekts D2C2, präsentiert [8]. In diesem Rahmen wurden im Februar 2024 erste Ergebnisse unter Einbeziehung der Perspektive von Lehrenden und hochschuldidaktisch Tätigen diskutiert. Weitere Austauschformate folgen im August und September 2024. Abschließend werden die erworbenen Erkenntnisse in Form eines wissenschaftlichen Artikels (open access) publiziert.

Design und Auswertungsmethode

Die Erhebung erfolgte aufgrund der großen Breite des Untersuchungsgegenstands und den unterschiedlichen Umsetzungszeiträumen der einzelnen Hochschulen als reine Post-Datenerhebung in Form einer einzelnen Umfrage. Es wurden alle Praktika der ingenieurwissenschaftlichen Studiengänge, unabhängig vom Format in dem sie durchgeführt werden, in den Blick genommen. Die Umfrage erfolgte mittels eines Fragebogens in deutscher und englischer Sprache, der über die Online-Plattform LimeSurvey zur Verfügung gestellt wurde. Nach einem Pretest mit zwei Studierenden und zwei Hochschuldidaktiker:innen wurde die Umfrage finalisiert und zum 1. Oktober 2024 freigeschaltet.

Die Teilnehmenden wurden zu Beginn der Umfrage gebeten, das Format anzugeben, in dem ihr letztes Praktikum stattgefunden hat. Hierbei standen sieben Formate (klassische Präsenz, Flipped Lab, AR, Virtuelles Labor am Computer, voll immersives VR-Lab, Remote Lab, Blended Learning), inklusive kurzer Erklärungen, sowie

die Freitext-Option „Sonstiges“ zur Verfügung. Um kohärente Datensätze zu erhalten, wurden die Studierenden gebeten, sich auf das zuletzt besuchte Praktikum zu beziehen und alle Fragen zu diesem Praktikum zu beantworten. Dabei wurde abgefragt, wann die Studierenden dieses Praktikum besucht haben, ob ihnen die Lernziele bekannt waren, wie sie die Relevanz des Praktikums im Hinblick auf ihre berufliche Zukunft einschätzen und wie sie den Stellenwert des Praktikums im Vergleich zu anderen Lehrveranstaltungen bewerten. Diese geschlossenen Fragen konnten durch die Auswahl von vorgegebenen Antwortoptionen bzw. durch ein Rating auf einer fünfstufigen Skala beantwortet werden.

Daran schloss sich ein Abschnitt mit offenen Fragen an, mithilfe derer lernhinderliche und lernförderliche Faktoren bei der Bearbeitung von Praktika identifiziert wurden. Dabei wurden bereits im Design der Umfrage zwei Kategorien unterschieden. Zuerst wurden die Studierenden gebeten, ihr eigenes Handeln zu reflektieren und auf Probleme bei der Erarbeitung von Praktikumsinhalten, der eigenen Organisation und Umsetzung eingehen. Im nächsten Schritt wurde erfragt, in welcher Weise die vorhandenen Rahmenbedingungen und die Gestaltung des Praktikums durch die Lehrperson das Lernen erschwert bzw. erleichtert haben. Am Ende dieses Abschnittes erhielten die Studierenden zudem die Möglichkeit Wünsche für die zukünftige Gestaltung von Praktika zu äußern.

Zum Abschluss der Umfrage wurden soziodemographischen Daten bezüglich der eingeschriebenen Hochschule, des Studienjahres, sowie der Zugehörigkeit zu folgenden Gruppen erhoben: erwerbstätige Studierende (geringfügig beschäftigt o.ä.), Studierende im berufsbegleitenden Studium, Studierende mit Kind/Kindern oder pflegebedürftigen Familienangehörigen, Studierende mit Behinderung und/oder chronischer Erkrankung und internationale Studierende.

Die Auswertung der offenen Fragen erfolgte mit der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring [9]. Dabei wurden die Kategorien induktiv gebildet. Dies entspricht einerseits der Vorgehensweise in der Literatur [10], andererseits fokussiert sich die Erhebung auf eine sehr spezifische Lehr-

Lern-Situation, die bisher nur unzureichend untersucht wurde, weshalb sich die deduktive Herangehensweise für die Auswertung nicht eignet.

Die induktiv gebildeten Kategorien wurden wiederum quantitativ ausgewertet und entsprechend ihrer Häufigkeit und Umsetzbarkeit bewertet. Auf dieser Grundlage konnten eine Priorisierung und Auswahl der Inhalte vorgenommen werden, die im Rahmen der Konferenz neben weiteren Ergebnissen und einer Interpretation dieser präsentiert werden.

Literatur

- [1] Franke, J. & Wegner, G. (2022). Sächsisches Verbundprojekt D2C2 „Digitalisierung in Disziplinen Partizipativ umsetzen: Competencies Connected“: Einblick in den Schwerpunkt „Didaktik in (teil-)digitalisierten Werkstätten und Laboren. *Lessons Learned* 2(2), S.11/1-11/11. <https://doi.org/10.25369/ll.v2i2.58>
- [2] Terkowsky, C., May, D., Frye, S., Haertel, T., Ortelt, T.R., Heix, S. & Lensing, K. (2020). Editorial. In: *Labore in der Hochschullehre - Didaktik, Digitalisierung, Organisation*. Bielefeld: wbv, S. 6-10. <https://doi.org/10.3278/6004804w>
- [3] Expertenkommission „Zukunft der Ingenieurwissenschaften“ des Landes Baden-Württemberg. (2015). Abschlussbericht. https://mwk.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-mwk/intern/dateien/Anlagen_PM/2015/132_PM_Anlage_Abschlussbericht_Expertenkommission_Ingenieurwissenschaften@BW2025.pdf
- [4] Franzuskiewicz, J., Frye, S., Terkowsky, C., & Heix, S. (2019). Flexibles und selbst-organisiertes Lernen im Labor – Remote-Labore in der Hochschullehre. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 14(3), S. 273-285. <https://doi.org/10.3217/zfhe-14-03/16>
- [5] PraktikaHybrid (Entwicklung von Lehrkonzepten für digitale und hybride Praktika). <https://tu-dresden.de/bereichsuebergerreifen-des/virtuos/joker4/praktika-hybrid-1>
- [6] D2C2 (Digitalisierung in Disziplinen partizipativ umsetzen :: Competencies Connected). <https://www.hd-sachsen.de/projekte/d2c2>
- [7] Bundesministerium für Bildung und Forschung. (2021) Die Studierendenbefragung in Deutschland: 22. Sozialerhebung. Die wirtschaftliche und soziale Lage der Studierenden in Deutschland 2021. Deutsches Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung GmbH (DZHW), Deutsches Studentenwerk (DSW).
- [8] Werkstatt- und Laborpause des Projektes D2C2. <https://tud.link/20lf>
- [9] Mayring, P. (2022). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken* (13., überarbeitete Auflage.). Weinheim: Beltz.
- [10] Ainscough, L., Stewart, E., Colthorpe, K., & Zimbardi, K. (2018). Learning hindrances and self-regulated learning strategies reported by undergraduate students: identifying characteristics of resilient students. *Studies in Higher Education*, 43(12), S. 2194-2209.